

**LE BASI
DELL'ORGANIZZAZIONE
BIOLOGICA**

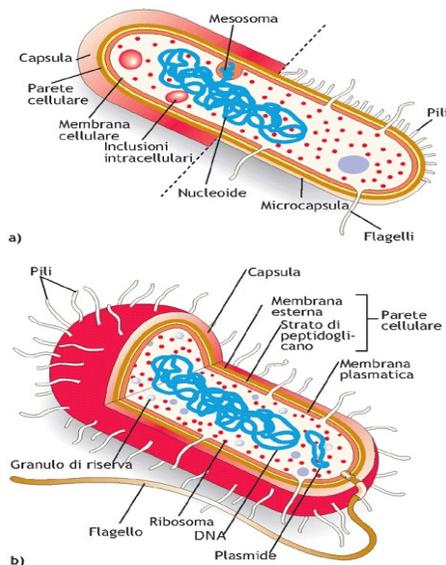
Si stima che vi siano più di 10 milioni – forse 100 milioni – di specie viventi oggi sulla Terra

E nuove specie vengono scoperte!

Macrobiotus shonaicus



La maggior parte degli organismi viventi è costituita da **singole cellule**; altri come noi sono **multicellulari** in cui gruppi di cellule svolgono funzioni specializzate e sono collegati da sistemi complessi di comunicazione. Ma in tutti i casi, che si tratti di un batterio o di un aggregato di più di 10^{13} cellule che forma un corpo umano, l'intero organismo è stato generato da divisioni cellulari di una singola cellula.



Cellula = unità fondamentale della vita

Matthias Jacob Schleiden e Theodor Schwann, ideatori della teoria cellulare per aver identificato nella cellula l'unità presente in tutti gli esseri viventi, piante (Schleiden) o animali (Schwann) (1838-1839)

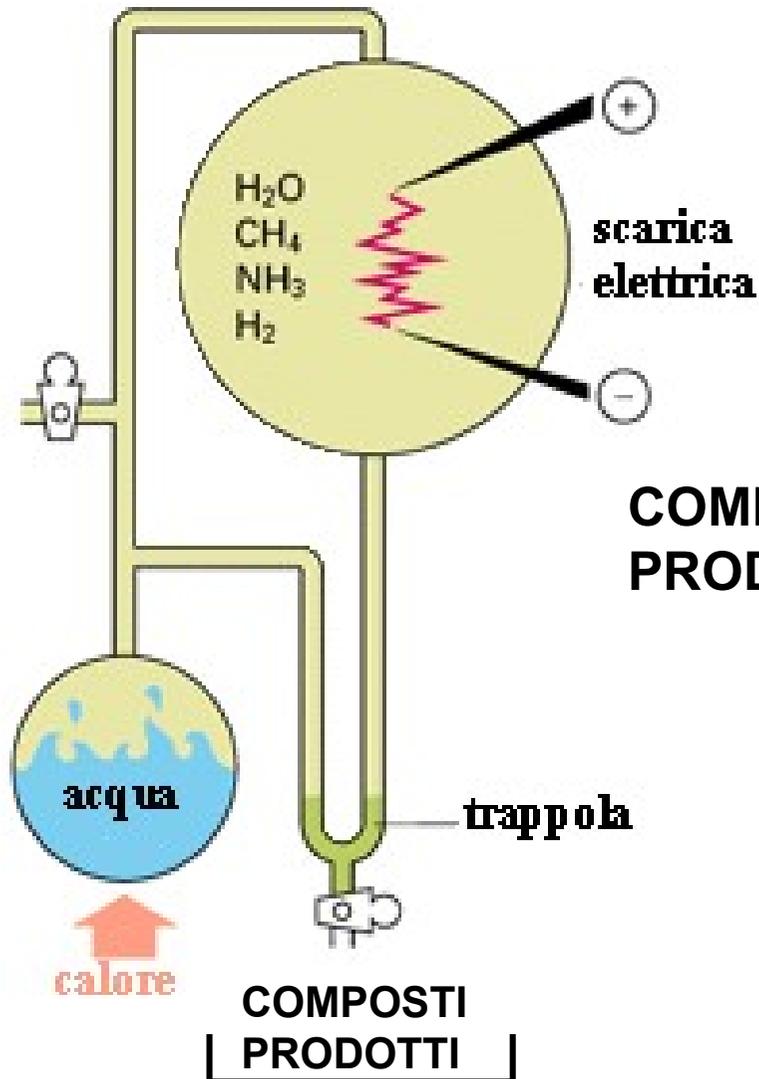
L'origine della vita



La **Terra** nei primi miliardi della sua esistenza era un posto violento con **eruzioni vulcaniche**, **lampi** e **piogge torrenziali**. L'**atmosfera** conteneva poco o niente ossigeno libero e consisteva principalmente di **CO₂** e di **N₂** oltre a piccole quantità di gas quali **H₂**, **H₂S** (acido solfidrico), e **CO**.

Esperimento di Stanley Miller (anni '50)

dimostra la formazione spontanea di amminoacidi nelle condizioni presenti sulla terra primordiale.

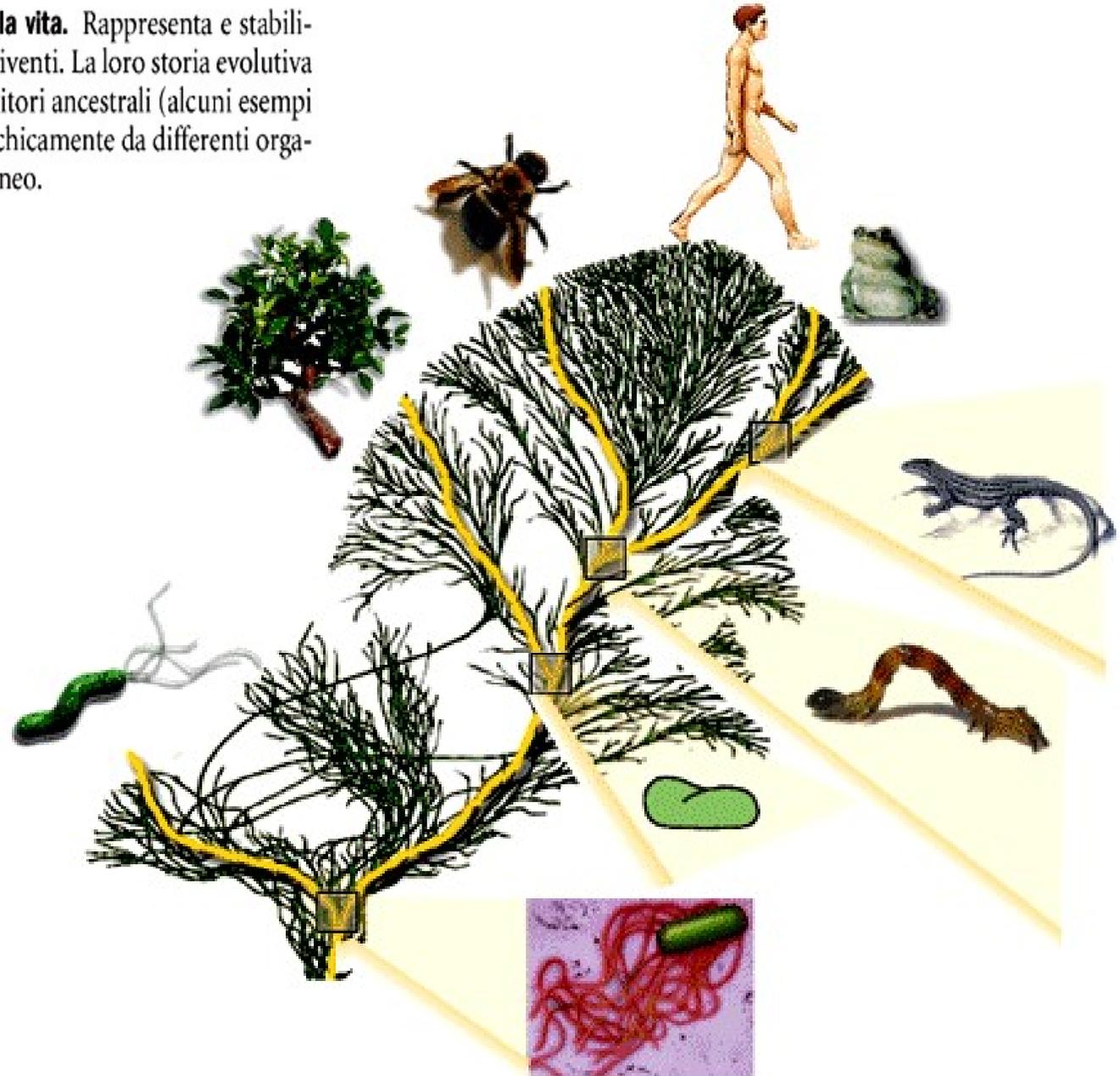


$HCHO$	formaldeide
$HCOOH$	acido formico
HCN	acido cianidrico
CH_2COOH	acido acetico
NH_2CH_2COOH	glicina
$CH_2CH(OH)COOH$	acido lattico
$NH_2CH(CH_3)COOH$	alanina
$NH-CH_2COOH$	sarcosina
$CH_3-NH-C(=O)-NH_2$	urea
$NH_2CH(CH_2COOH)COOH$	acido aspartico

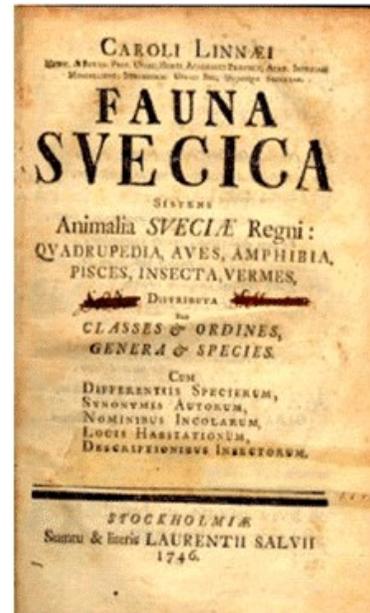
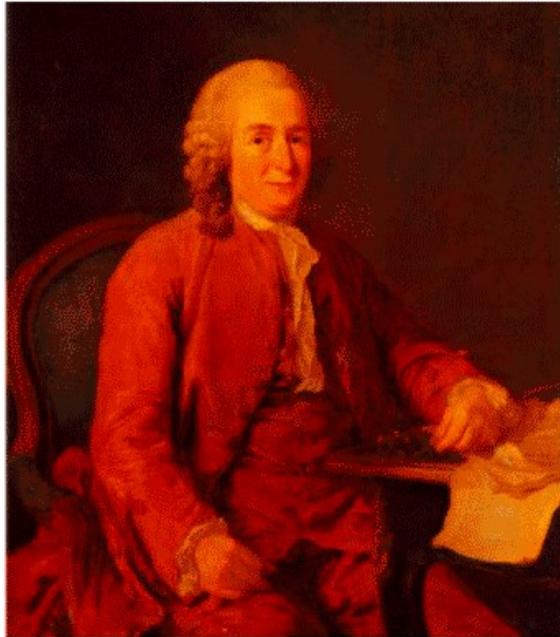
Presenti nelle cellule odierne

Albero della vita

■ **Figura 2.2 Albero filogenetico della vita.** Rappresenta e stabilisce le relazioni tra tutti gli organismi viventi. La loro storia evolutiva è rappresentata da una serie di progenitori ancestrali (alcuni esempi nei riquadri) che sono condivisi gerarchicamente da differenti organismi viventi del periodo contemporaneo.



LA CLASSIFICAZIONE DEGLI ORGANISMI



■ **Figura 2.4** Carl von Linné (Carlo Linneo). Un ritratto del celebre scienziato e una copia di un manoscritto scientifico pubblicato nel 1746.

Carl von Linné ha inventato la nomenclatura binomia tuttora in uso: doppio nome in lingua latina **Homo sapiens** (genere, specie)

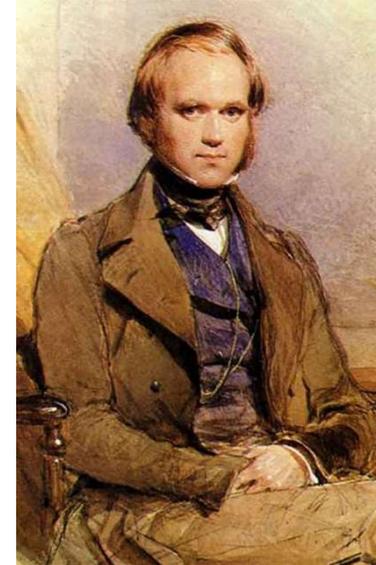
La teoria dell'evoluzione



a I.2. I.2 Immagine del Beagle, il brigantino che ospitò Darwin nel suo viaggio esplorativo attorno al mondo.

Charles Darwin

(1809-1882)



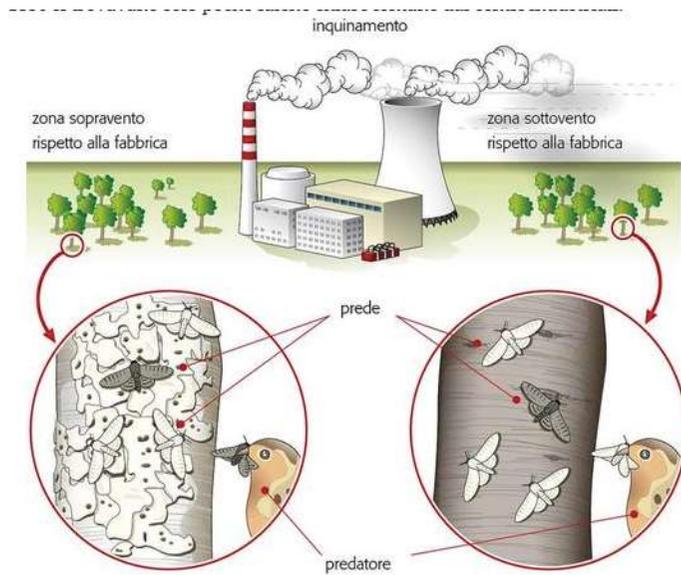
*...attraverso secoli le specie accumulano delle **differenze**: ne risulta che nuove specie si formano e le specie discendenti sono diverse da quelle ancestrali..*

The origin of species (published in 1859)

Meccanismo di evoluzione è la **selezione naturale**. Gli organismi **competono per sopravvivere** e così **gli organismi che hanno un vantaggio in un determinato ambiente sopravvivono** si riproducono trasmettendo le loro caratteristiche alla prole.

Domanda: Assistiamo ancora oggi ad evoluzione?

Evoluzione in atto



Rivoluzione industriale e colore farfalle

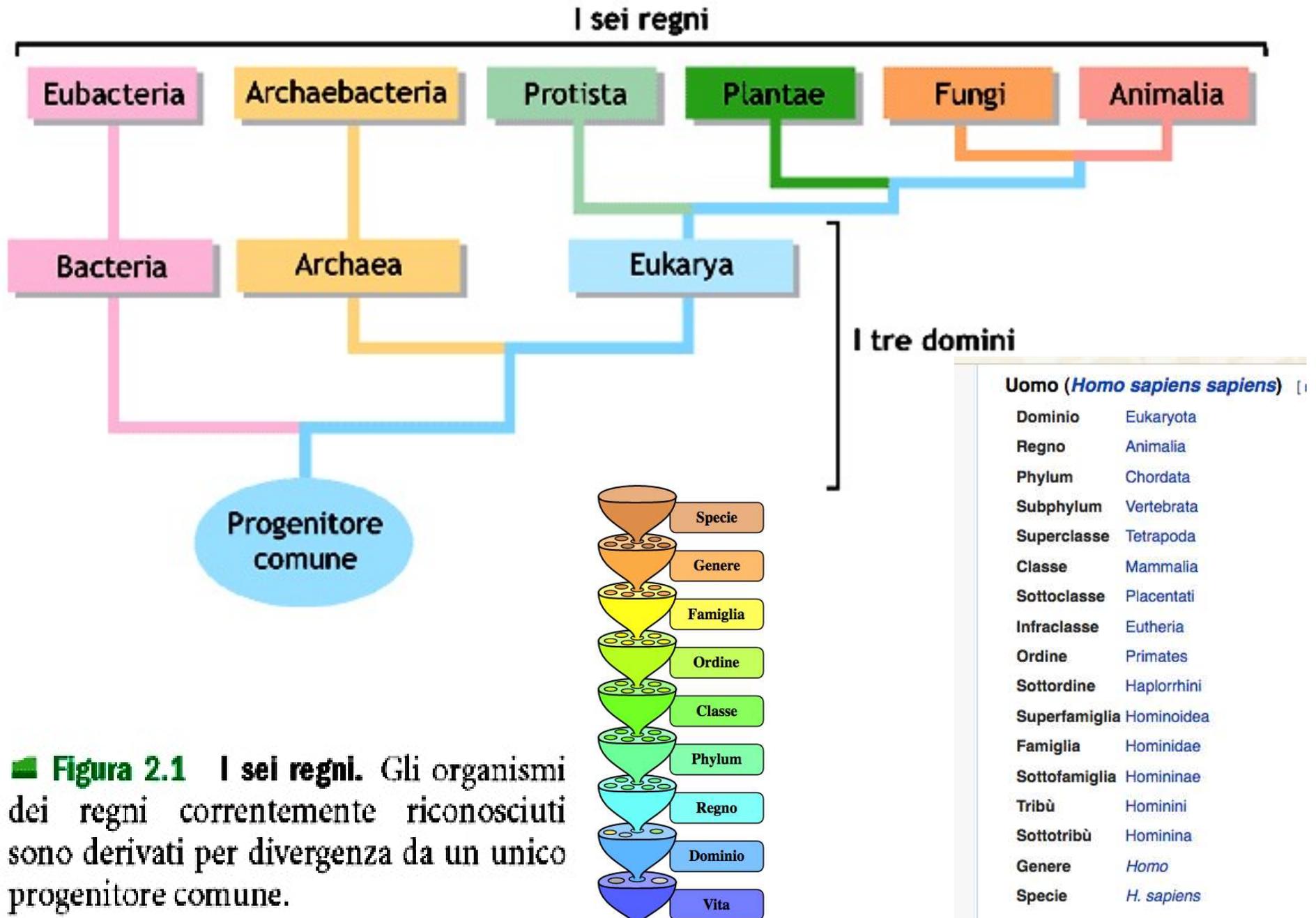
Anemia falciforme più frequente in zone malariche

Cellule tumorali- la resistenza al farmaco che insorge in quanto cambia la composizione delle cellule di un tumore in seguito al trattamento

Trasferimento della resistenza agli antibiotici tra batteri- trasformazione o coniugazione

Mutazioni a carico di geni che rendono il batterio resistente!

LA CLASSIFICAZIONE DEGLI ORGANISMI



■ **Figura 2.1 I sei regni.** Gli organismi dei regni correntemente riconosciuti sono derivati per divergenza da un unico progenitore comune.

Genetica molecolare: sequenza emoglobina

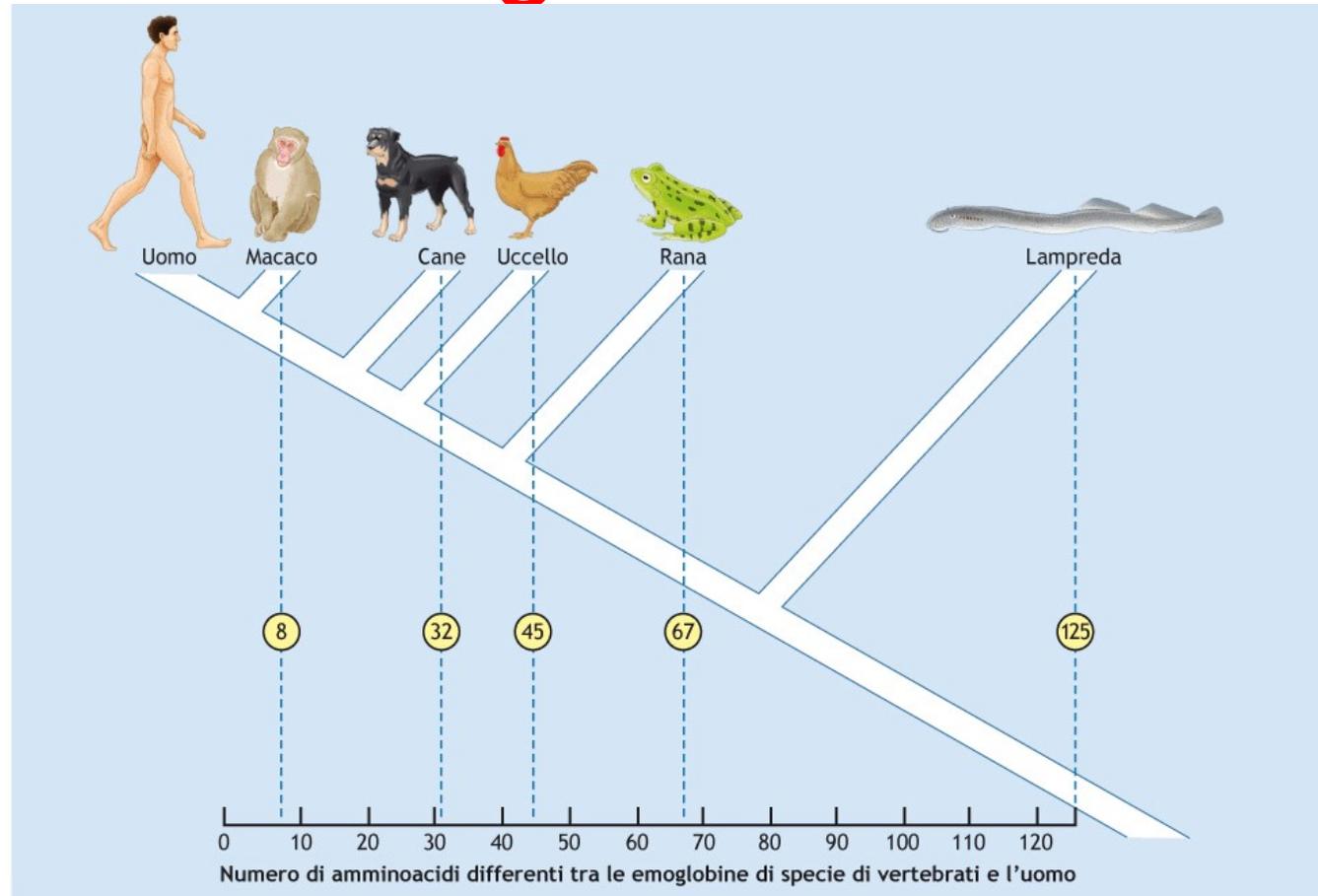
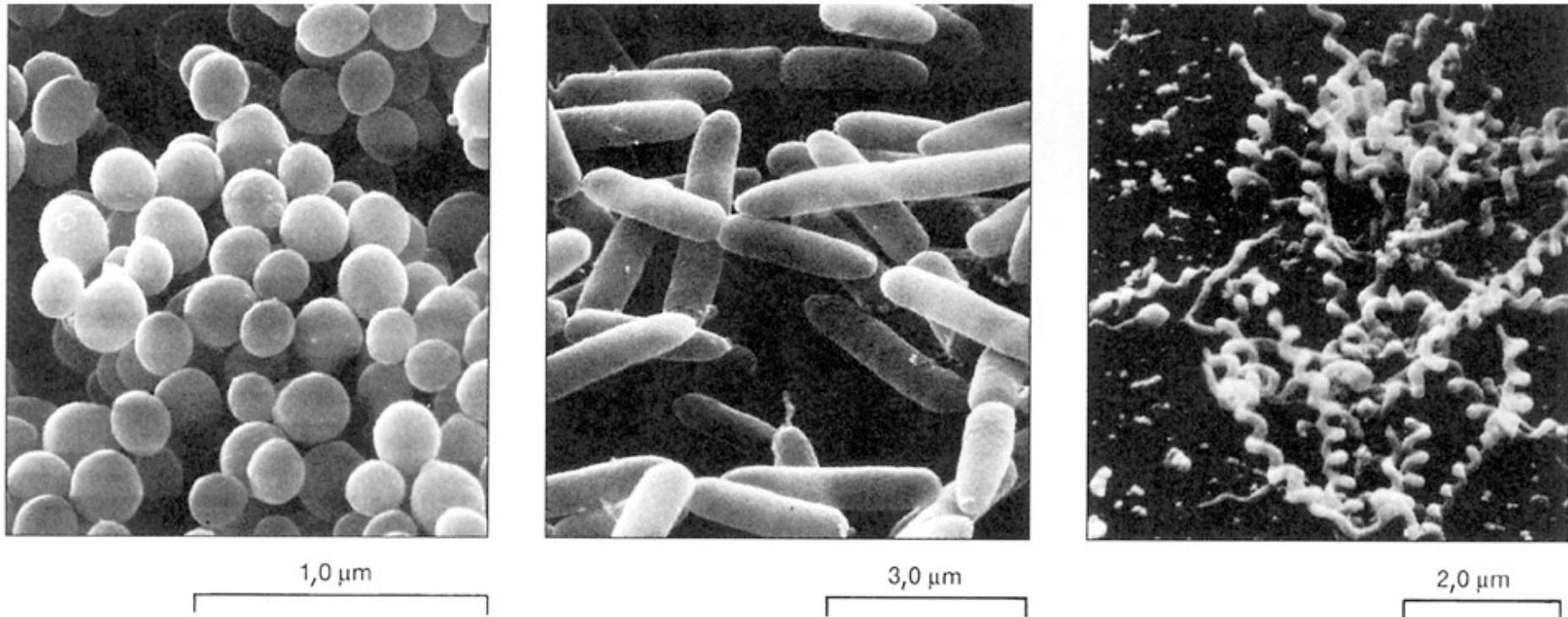


Figura 2.5 Le molecole riflettono la divergenza evolutiva. Più alta è la distanza evolutiva dall'uomo (come evidenziato dall'albero in bianco basato su reperti fossili), maggiore è il numero di amminoacidi differenti nella catena polipeptidica β dell'emoglobina dei vertebrati e di emoglobine di invertebrati.

LA CELLULA PROCARIOTICA: i batteri



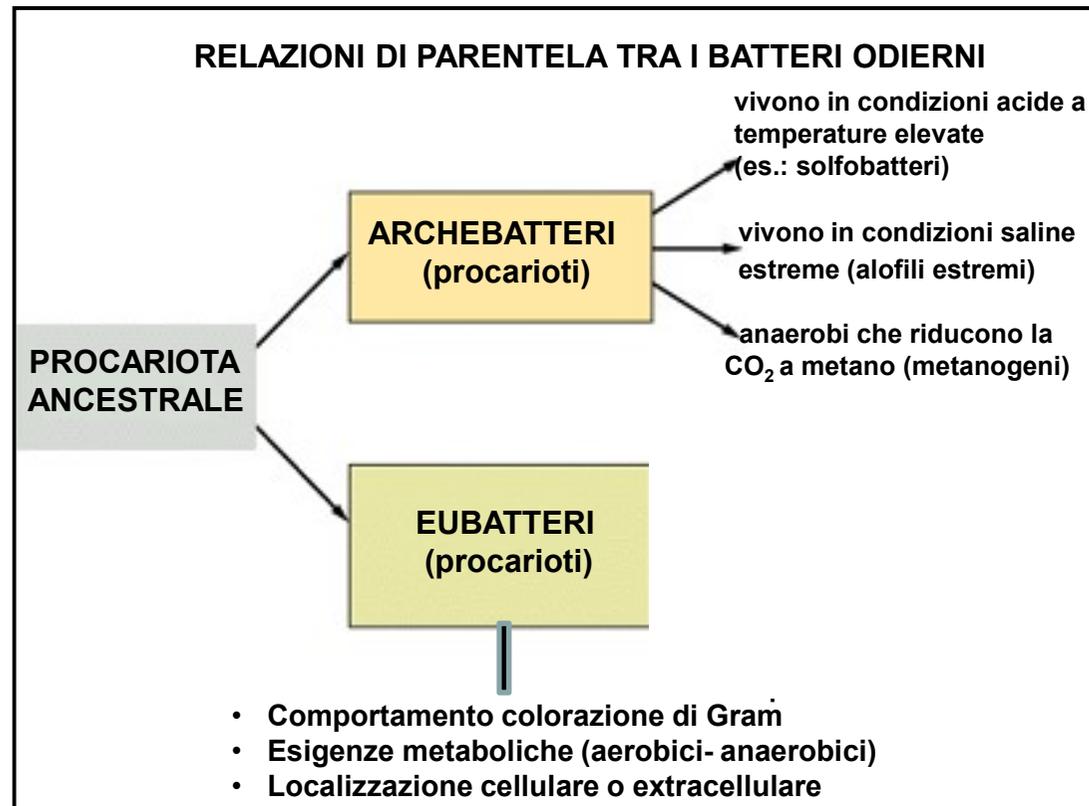
■ **Figura 2.8** I batteri hanno forme e dimensioni diverse. Vari tipi di cellule batteriche viste al microscopio elettronico a scansione (SEM): cocci, sferici; bacilli, a forma di bastoncelli; spirilli, batteri a spirale provvisti di flagelli alla estremità.

Cocchi: Gli stafilococchi sono batteri aerobi ospiti abituali della cute, cioè della pelle, e delle mucose (soprattutto nel rinofaringe, cioè naso e gola); in genere penetrano nell'organismo attraverso lesioni cutanee. Gli *Enterococcus faecalis* trovano normalmente nell'intestino dell'uomo e di vari animali.

Bacilli: *Clostridium tetani*

Spirocheti: responsabili della sifilide e della malattia di Lyme

I procarioti si suddividono in archebatteri e eubatteri



LA CELLULA PROCARIOTICA

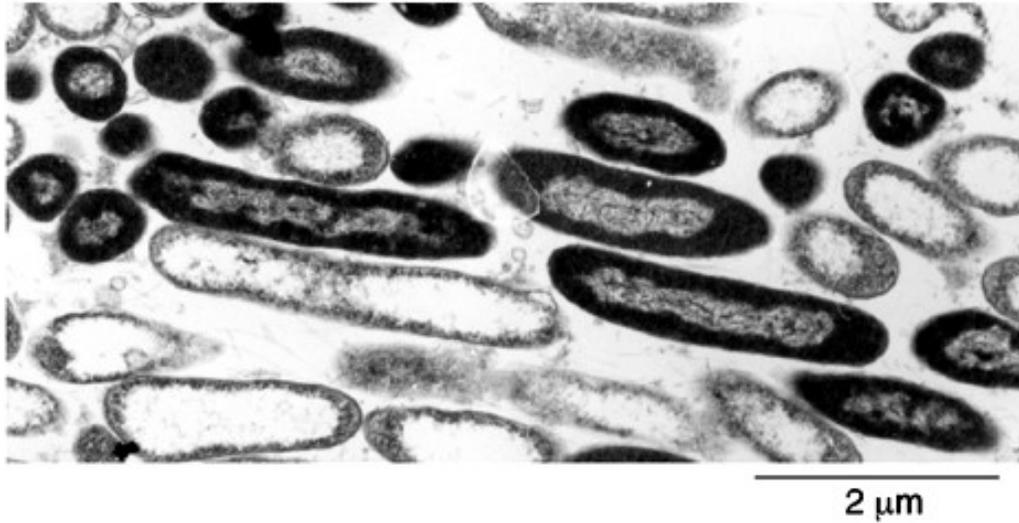
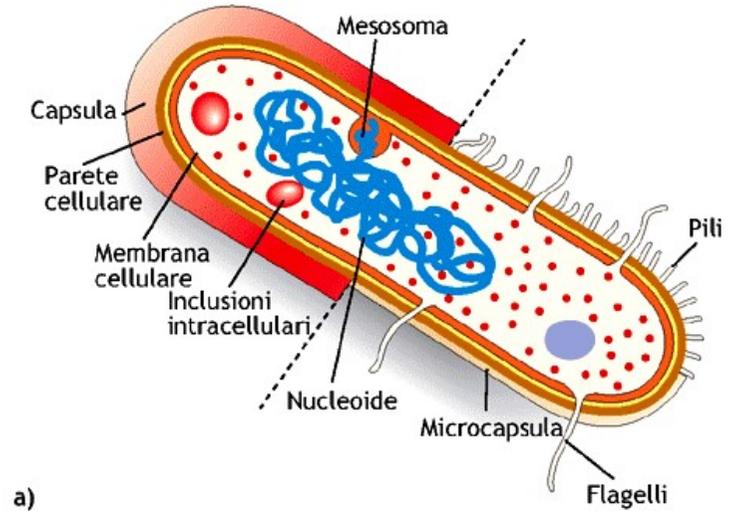
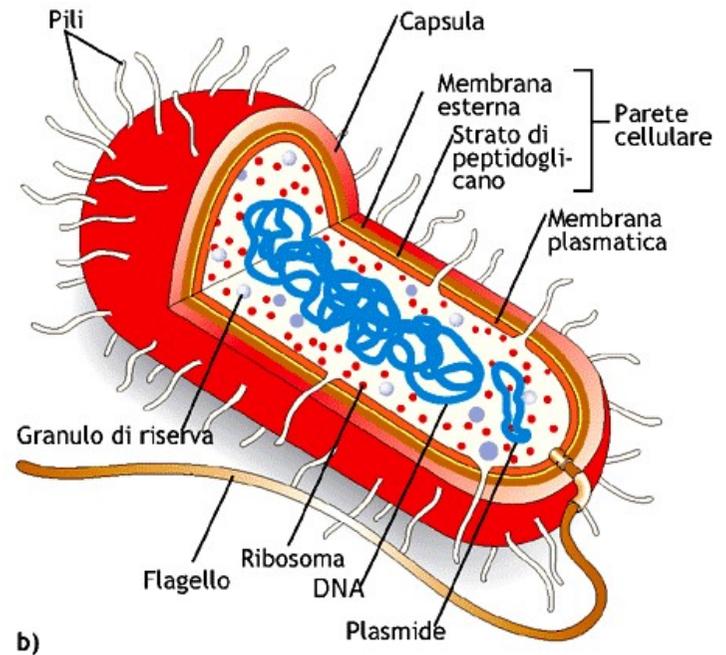


Figura 2.9 I batteri sono cellule molto semplici. Cellule batteriche osservate al microscopio elettronico a trasmissione in sezione longitudinale e trasversale. Da notare l'estrema semplicità di organizzazione. Il DNA della cellula si trova nelle zone a colorazione chiara. (Foto Di Bella).



a)



b)

Figura 2.11 Schema delle principali strutture riscontrabili in una generica cellula batterica. (a) A sinistra della linea tratteggiata sono indicate le strutture di un batterio provvisto di capsula batterica e privo di appendici; a destra della linea tratteggiata è mostrata una cellula batterica con pili e flagelli. (b) Spaccato di una cellula batterica con pili e flagello.

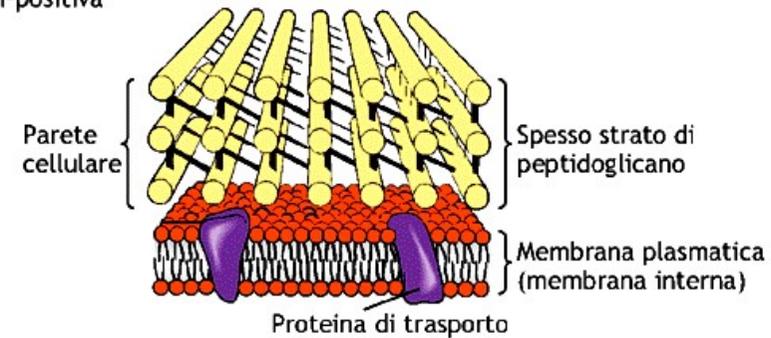
LA CELLULA PROCARIOTICA

!!!!La penicillina agisce solo sui Gram Positivi!!!!

Parete cellulare gram-positiva

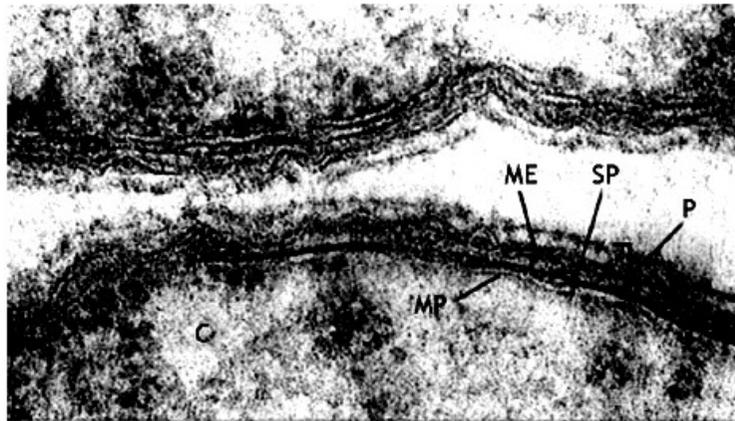


a)

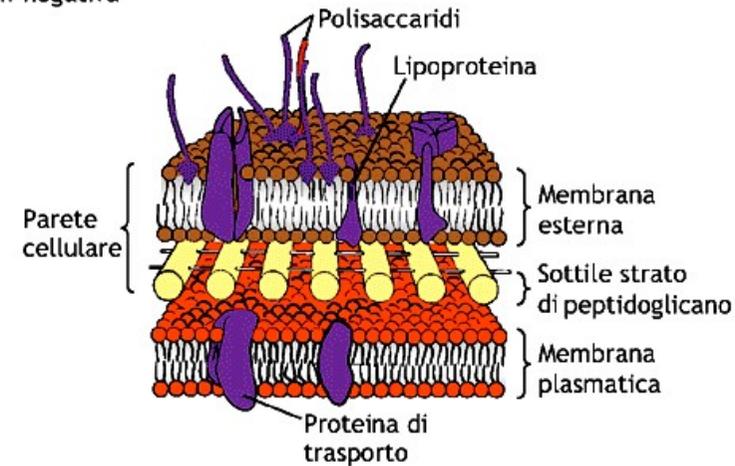


b)

Parete cellulare gram-negativa



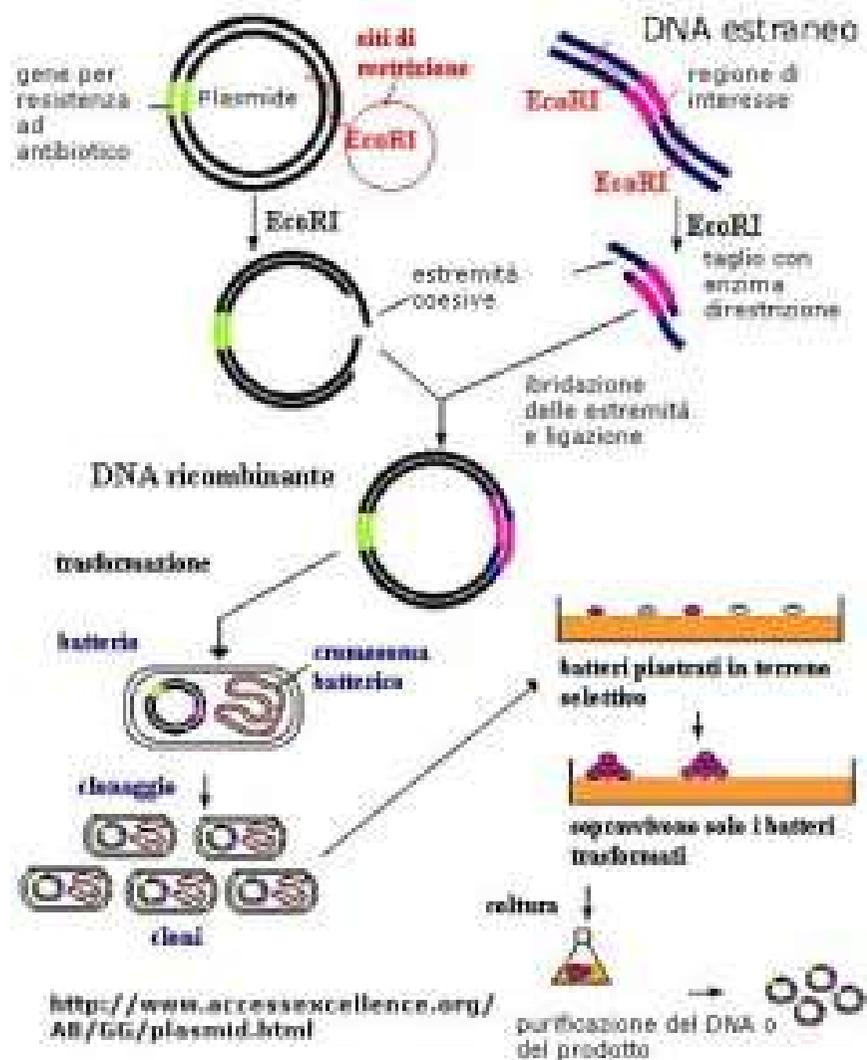
c)



d)

Figura 2.10 La parete cellulare batterica. (a,b) Nei batteri gram-positivi la parete cellulare è costituita da molti strati di peptidoglicani uniti tra loro da amminoacidi; (c,d) nei batteri gram-negativi un sottile strato di peptidoglicani è ricoperto da una spessa membrana esterna di fosfolipidi. Notare come la parete gram-positiva appaia uniforme, mentre la parete dei gram-negativi ha una struttura più complessa e con più strati. C = citoplasma; W e P = parete; ME = membrana esterna; MP = membrana plasmatica; SP = spazio periplasmatico. a e c: Micrografie al TEM.

Utilità dei batteri: Clonaggio di un gene



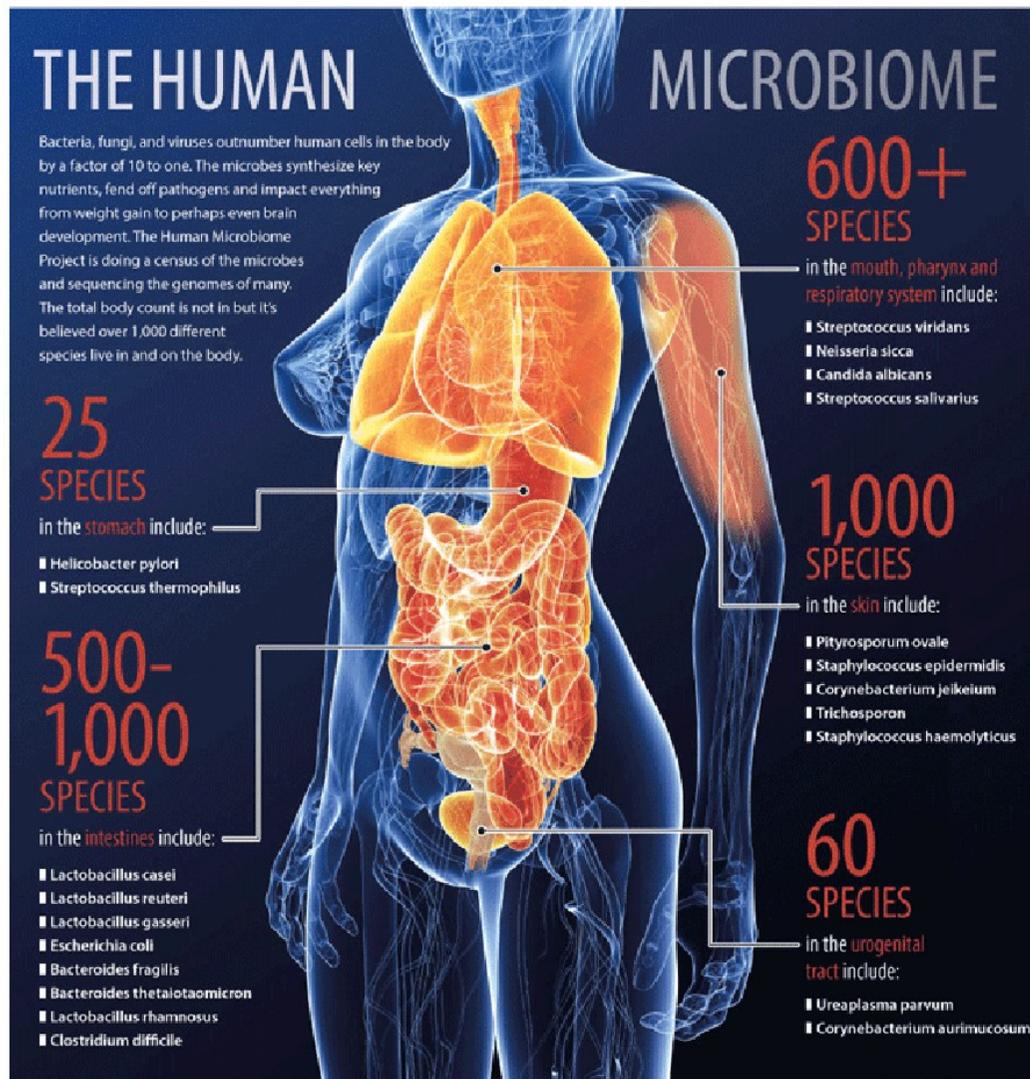
Utilità dei batteri

Cianobatteri : dalla fotolisi di molecole di H₂O con produzione di O₂ sintetizzano molecole organiche

(Fotosintesi: sostanze organiche – principalmente carboidrati – a partire dall'anidride carbonica atmosferica e dall'acqua metabolica, in presenza di luce solare. Come sottoprodotto della reazione si producono sei molecole di ossigeno, che la pianta libera nell'atmosfera attraverso gli stomi che si trovano nella foglia)

Batteri azoto fissatori : Fissazione dell'azoto: $N_2 + 8H^+ + 6e^- \rightarrow 2NH_4^+$

i batteri buoni: il microbiota



SOURCES: NATIONAL INSTITUTES OF HEALTH, SCIENTIFIC AMERICAN; HUMAN MICROBIOME PROJECT

Dean Tweed - POSTMEDIA NEWS / IMAGE: Fotolia



Urolitina A
Protegge la muscolatura

Microbioma e malattie

Numerose evidenze suggeriscono che un alterato microbiota intestinale è associato a varie malattie metaboliche, dall'obesità al diabete alle malattie cardiovascolari [de Vos WM et al., 2013; Karlsson FH et al., 2013; Qin J et al., 2012].

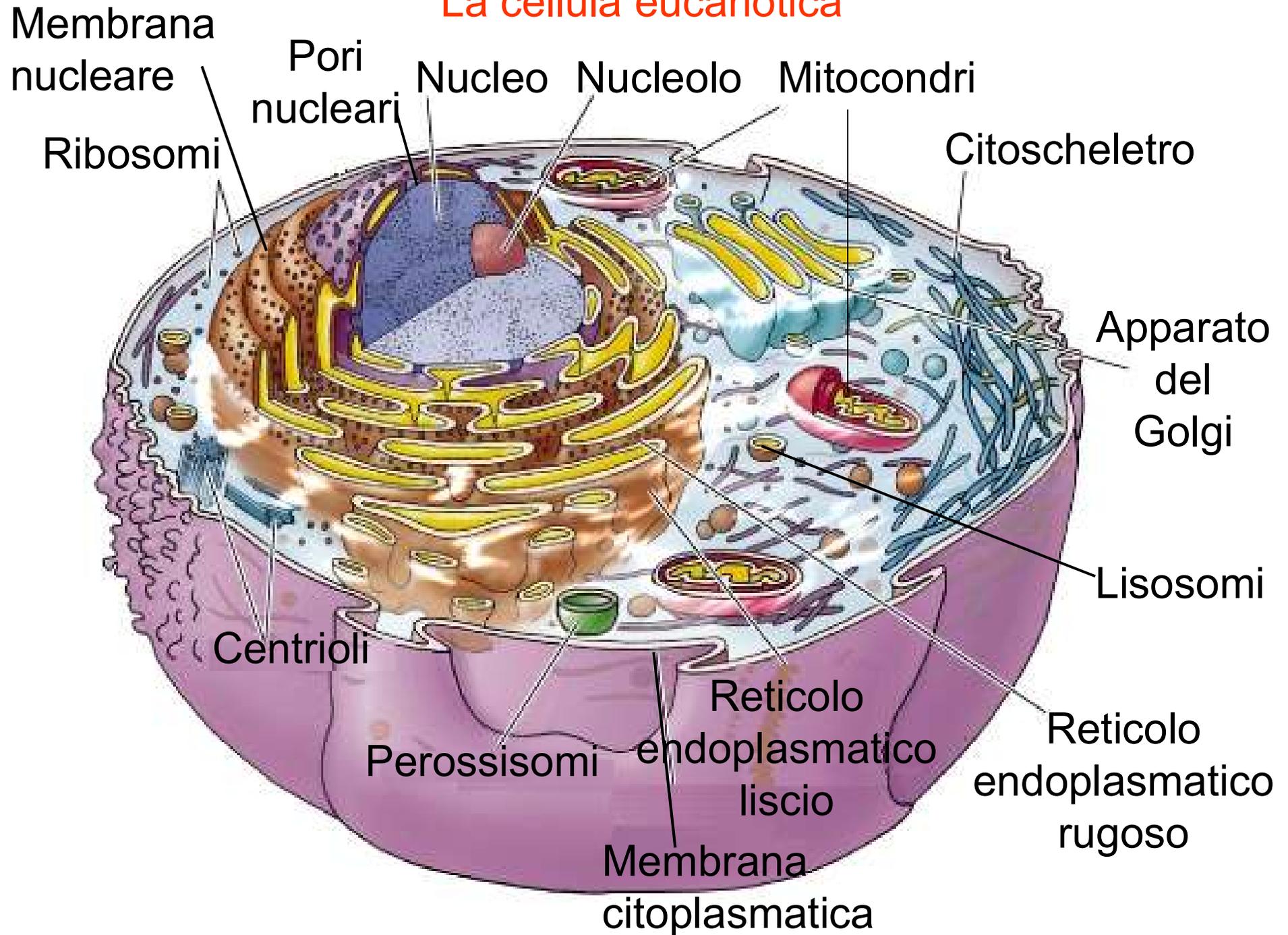
Sembra in effetti che le persone che soffrono di alcune malattie (ad esempio malattia infiammatoria intestinale, malattia dell'intestino irritabile, allergia) hanno un microbiota differente da quello delle persone sane, sebbene in molti casi sia impossibile dire se il microbiota alterato sia una causa o una conseguenza della malattia. I modelli di un microbiota intestinale associati alla salute sono, comunque, più difficili da definire [Bäckhed F et al., 2012]. La composizione del microbiota intestinale è altamente variabile anche tra i soggetti sani. I ricercatori hanno scoperto che anche se la composizione varia tra gli individui, composizioni differenti possono avere funzioni simili (ad esempio come i microrganismi degradano certi composti nella dieta o come influenzano il sistema immunitario del corpo). E' stato inoltre suggerito che la funzione del microbiota intestinale, piuttosto che la composizione, sia più importante per la salute [Bäckhed F et al., 2012].

Le persone affette da diabete presentano mutamenti significativi nel microbiota rispetto alle persone sane, e soprattutto presentano valori di glicemia che le pongono a rischio di sviluppo della patologia. La composizione della flora batterica potrebbe divenire un marcatore efficace per svelare chi è a rischio di questa malattia.

I pazienti con diabete di tipo 2 risultano essere caratterizzati da disbiosi, in particolare da un aumento dei batteri produttori butirrico e da una diminuita resistenza allo stress ossidativo. Vengono segnalati i primi tentativi di trapianto di microbiota (flora batterica intestinale) da un soggetto sano a un paziente con insulino-resistenza (condizione precursore del diabete), diabete e obesità.

Fecal microbiota transplantation (FMT), a concept originated from China a millennia ago⁵, shows promise as a treatment for inflammatory bowel disease (IBD) from recent reports^{6,7,8,9}. In fact, the classic traditional Chinese medicine book "Ben Cao Gang Mu"¹⁰ clearly recorded that fresh human fecal solution or fermented fecal solution was used for treating indications of *Wenbing* with super-high fever, poisoning, food poisoning, and abscesses. Furthermore, we described the first case of refractory fistulizing CD complicated with a large inflammatory mass successfully treated with FMT¹¹. This important case

La cellula eucariotica



LA CELLULA EUCARIOTICA

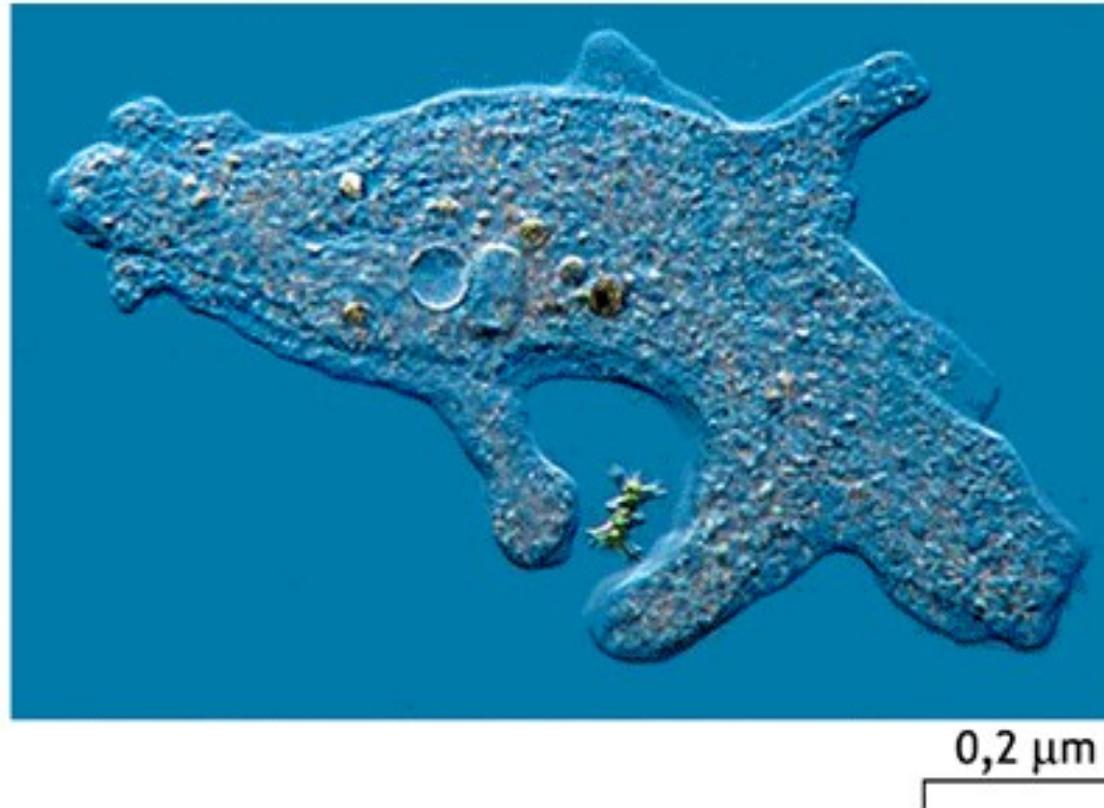
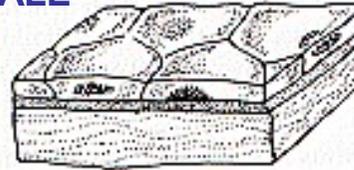


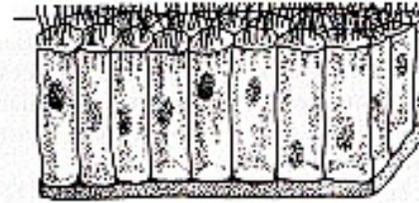
Figura 2.21 Eucarioti unicellulari. Tra gli eucarioti si riscontrano anche organismi unicellulari, come le amebe, protozoi caratterizzati dalla presenza della sola membrana plasmatica e dalla formazione di lunghi processi, gli pseudopodi o falsi piedi, con i quali la cellula riesce a muoversi.

Organismi multicellulari

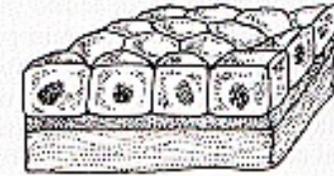
EPITELIALE



squamoso



colonnare



cuboide

MUSCOLO (scheletrico)



Nervoso



Il corpo umano è composto da più di 200 tipi diversi di cellule che sono componenti di 5 tipi principali di tessuti: tessuto epiteliale, tessuto connettivo, sangue, tessuto nervoso e muscolo.

CONNETTIVO cartilagine

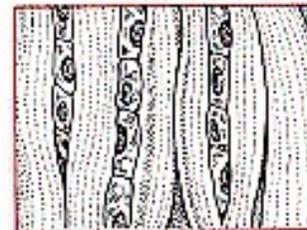


Osso

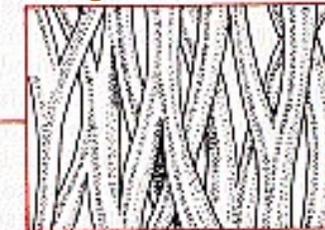


tendini

Matrice extracellulare



Legamenti



SANGUE

serie bianca →

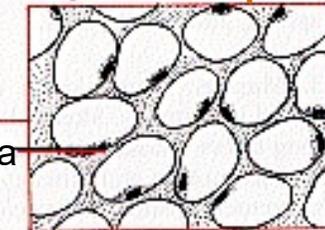


serie rossa →

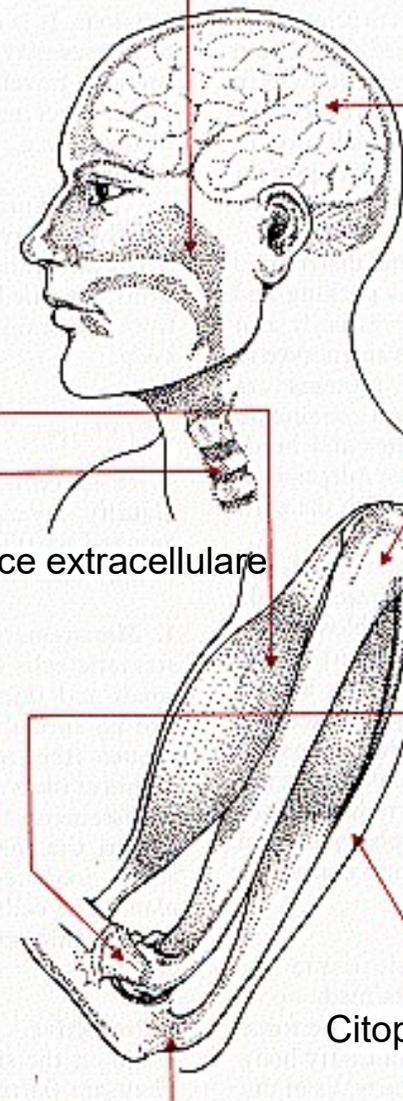


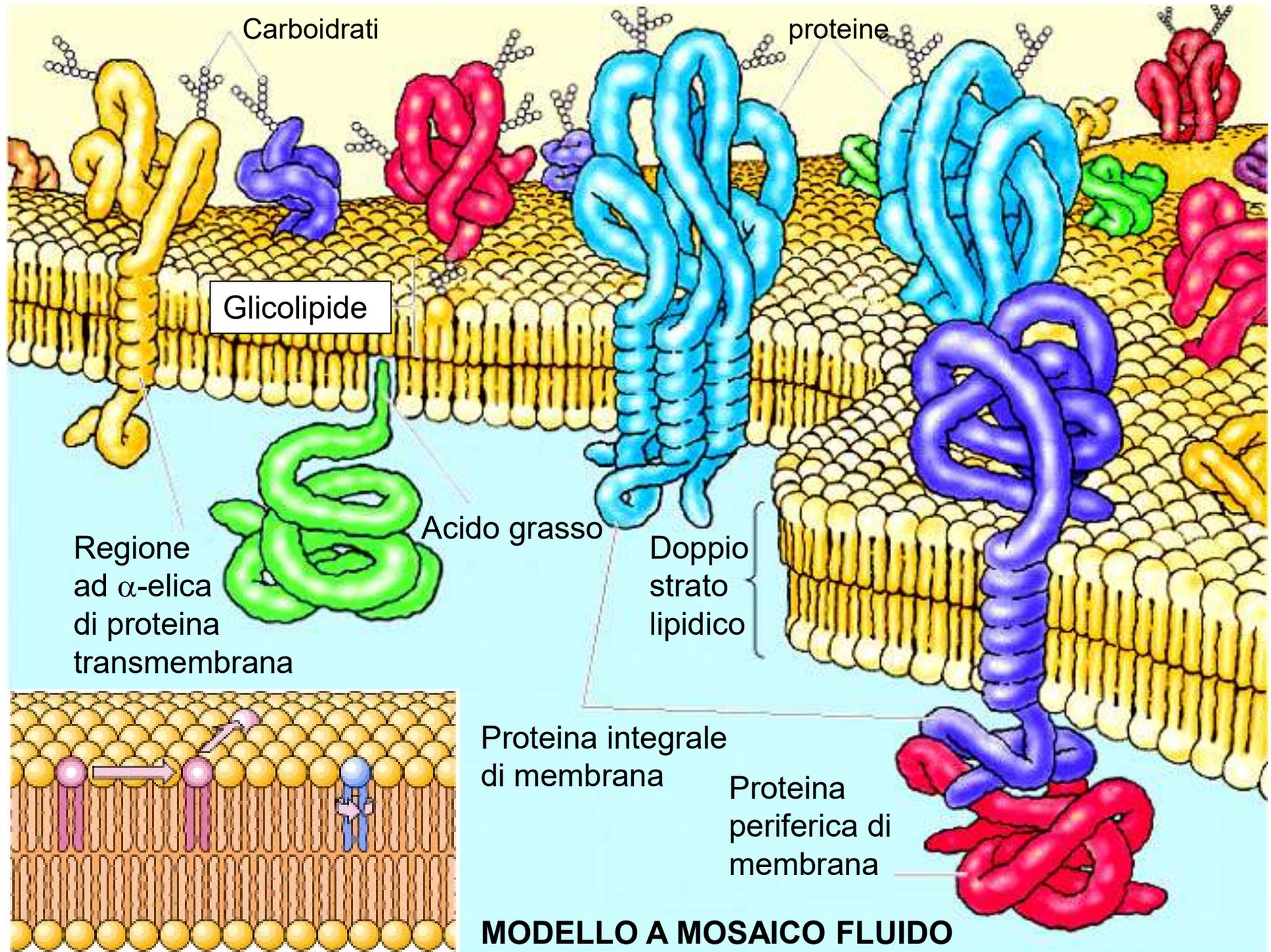
piastrine

Tessuto adiposo



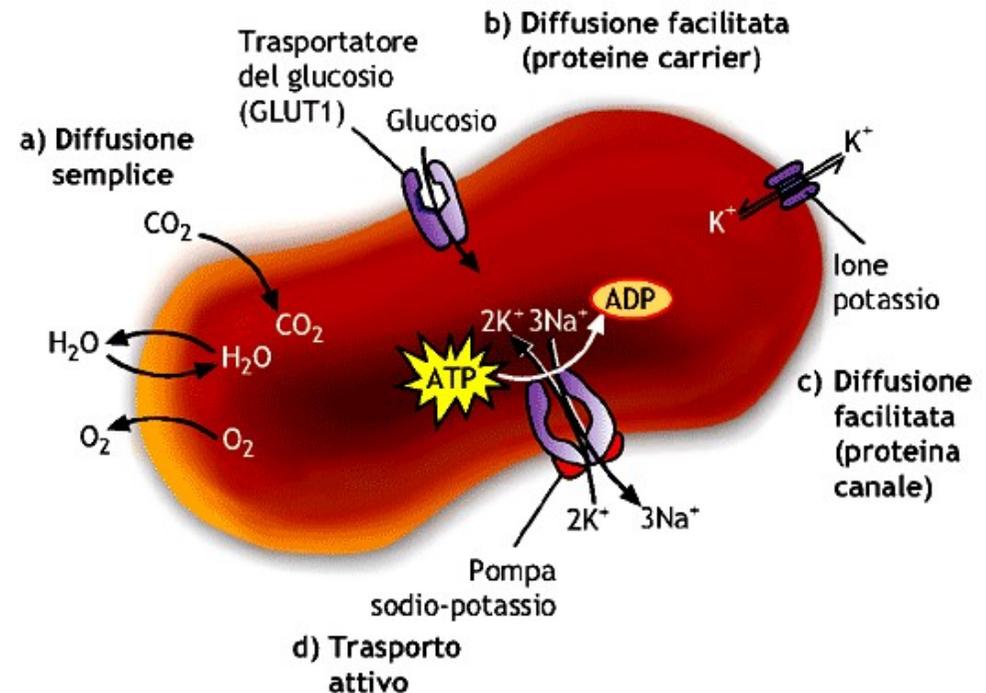
Citoplasma





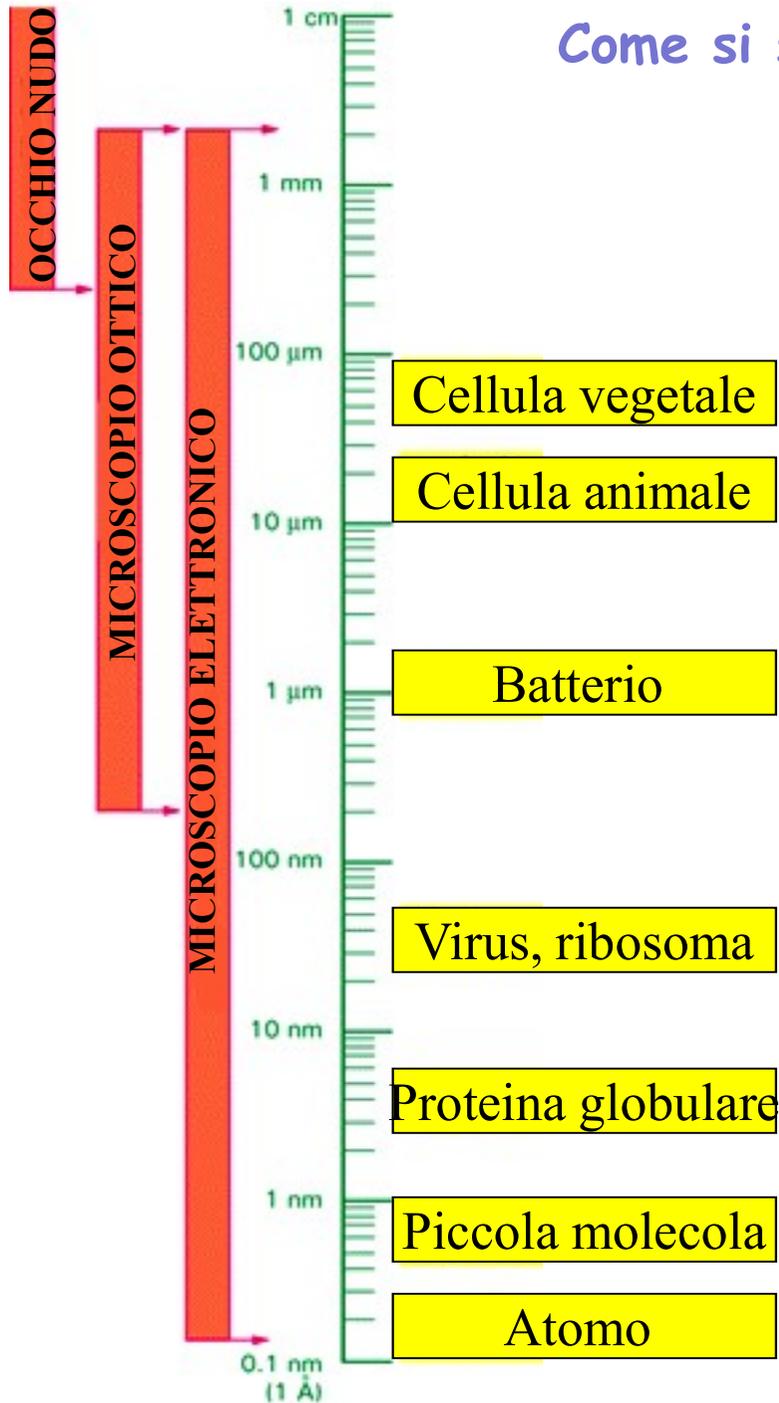
Diffusione semplice, facilitata, trasporto attivo attraverso la membrana plasmatica

■ **Figura 5.1** Modalità di trasporto nel globulo rosso. **(a)** Diffusione semplice: è influenzata dalle dimensioni e dalla lipofilia della molecola, dalla temperatura del sistema. Piccole molecole polari come l'acqua o apolari come l'anidride carbonica possono passare liberamente attraverso la membrana plasmatica seguendo il loro gradiente di concentrazione. **(b)** Diffusione facilitata mediata da permeasi o carrier: il passaggio, anche se avviene senza dispendio di ATP, è mediato da proteine che facilitano il transito di grosse molecole polari attraverso il doppio strato lipidico. La permeasi GLUT1, ad esempio, ha il compito di favorire l'ingresso del glucosio all'interno della cellula. **(c)** Diffusione facilitata mediata da canali: questi, al contrario dei carrier, possono trasportare solo ioni e sono altamente selettivi. Si ritiene che la selettività dipenda principalmente dall'interazione tra gli ioni e le pareti dei pori. **(d)** Trasporto attivo: permette il movimento di soluti contro gradiente di concentrazione; è mediato da proteine che hanno la capacità di idrolizzare ATP, ad esempio pompa sodio-potassio.



Come si studiano le cellule e le macromolecole

La microscopia



Il potere di risoluzione

Le dimensioni delle cellule e dei loro componenti su scala logaritmica; si indicano le dimensioni degli oggetti che possono essere facilmente risolti ad occhio nudo, nel microscopio ottico (0.2 micrometri) e in quello elettronico (0.1 nanometri).

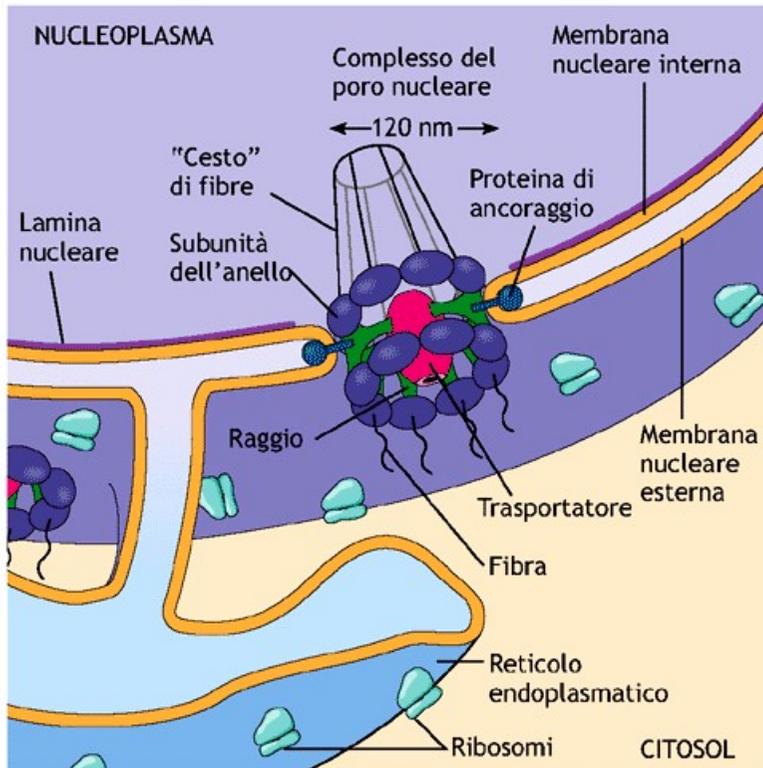
$$\mu\text{m (micrometro)} = 10^{-6} \text{ m}$$

$$\text{nm (nanometro)} = 10^{-9} \text{ m}$$

$$\text{\AA (ångström, non più in uso nel S.I.)} = 10^{-10} \text{ m}$$

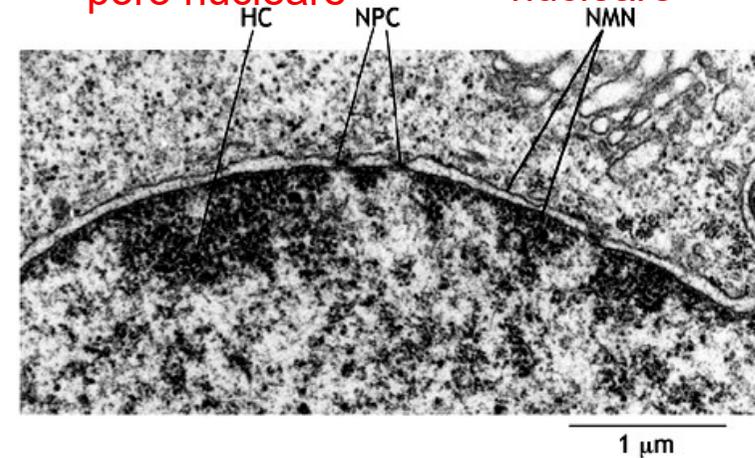
Il nucleo funge da centro di informazioni

La membrana nucleare

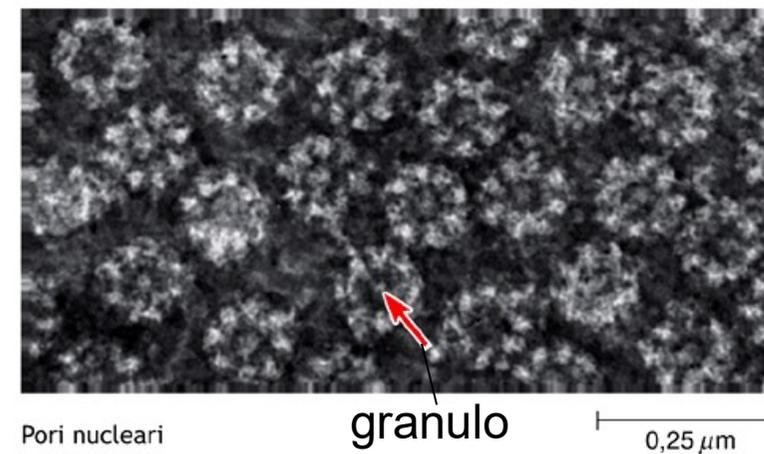


Continuità con la membrana del reticolo endoplasmatico rugoso

complesso del poro nucleare
doppia membrana nucleare



Pori nucleari: strutture ottagonali (microscopio elettronico)

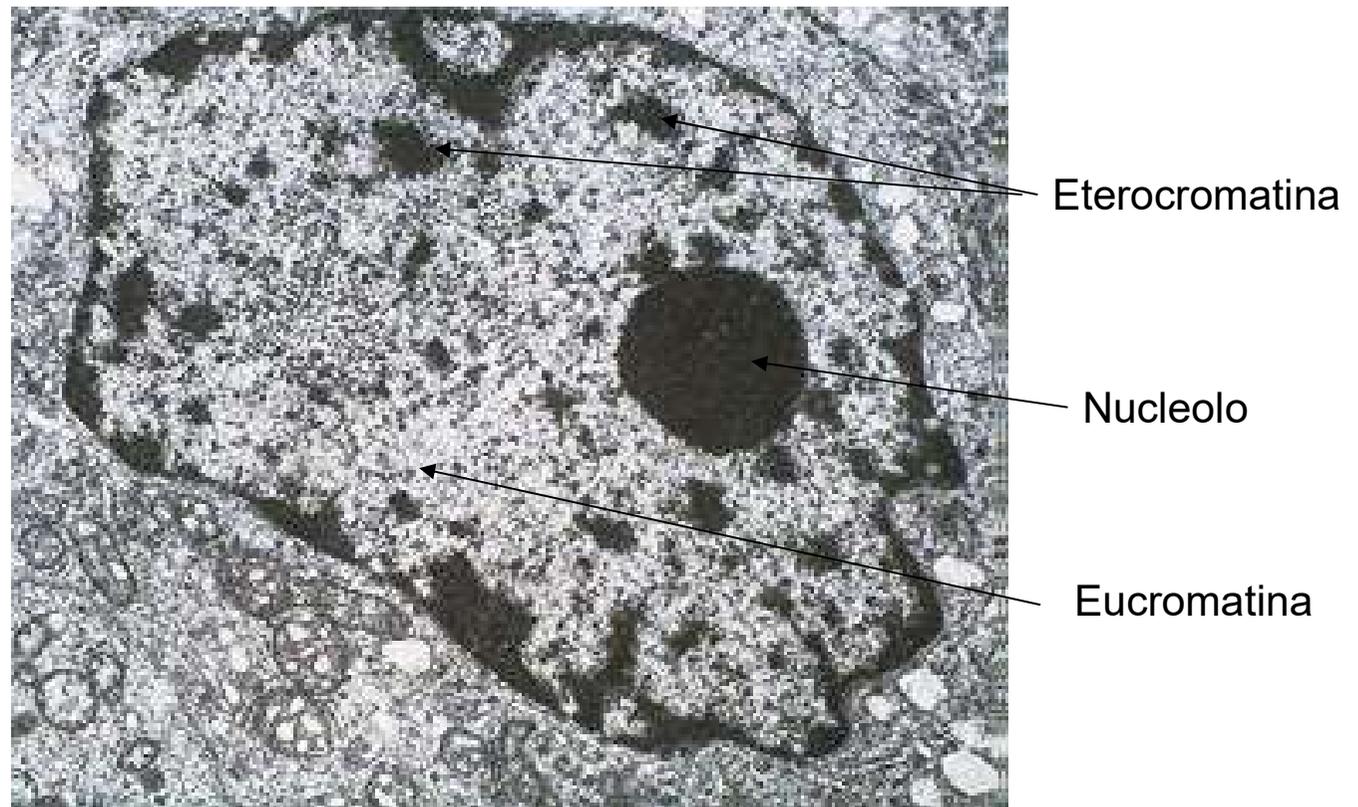


DNA: strategie di compattamento negli eucarioti

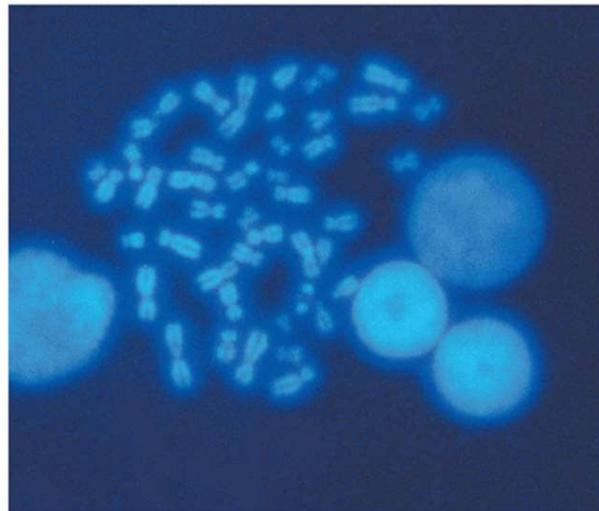
L'entità della condensazione della cromatina varia durante il ciclo vitale della cellula. Nelle cellule in interfase (che non si dividono) la maggior parte della cromatina, denominata **euromatina**, è relativamente decondensata e distribuita per tutto il nucleo. Durante questa fase del ciclo cellulare, i geni sono trascritti e il DNA viene replicato in preparazione della divisione cellulare.

Circa il 10% della cromatina interfascica, detta **eterocromatina**, è in uno stato molto condensato che rassomiglia molto a quello della cromatina durante il processo di mitosi.

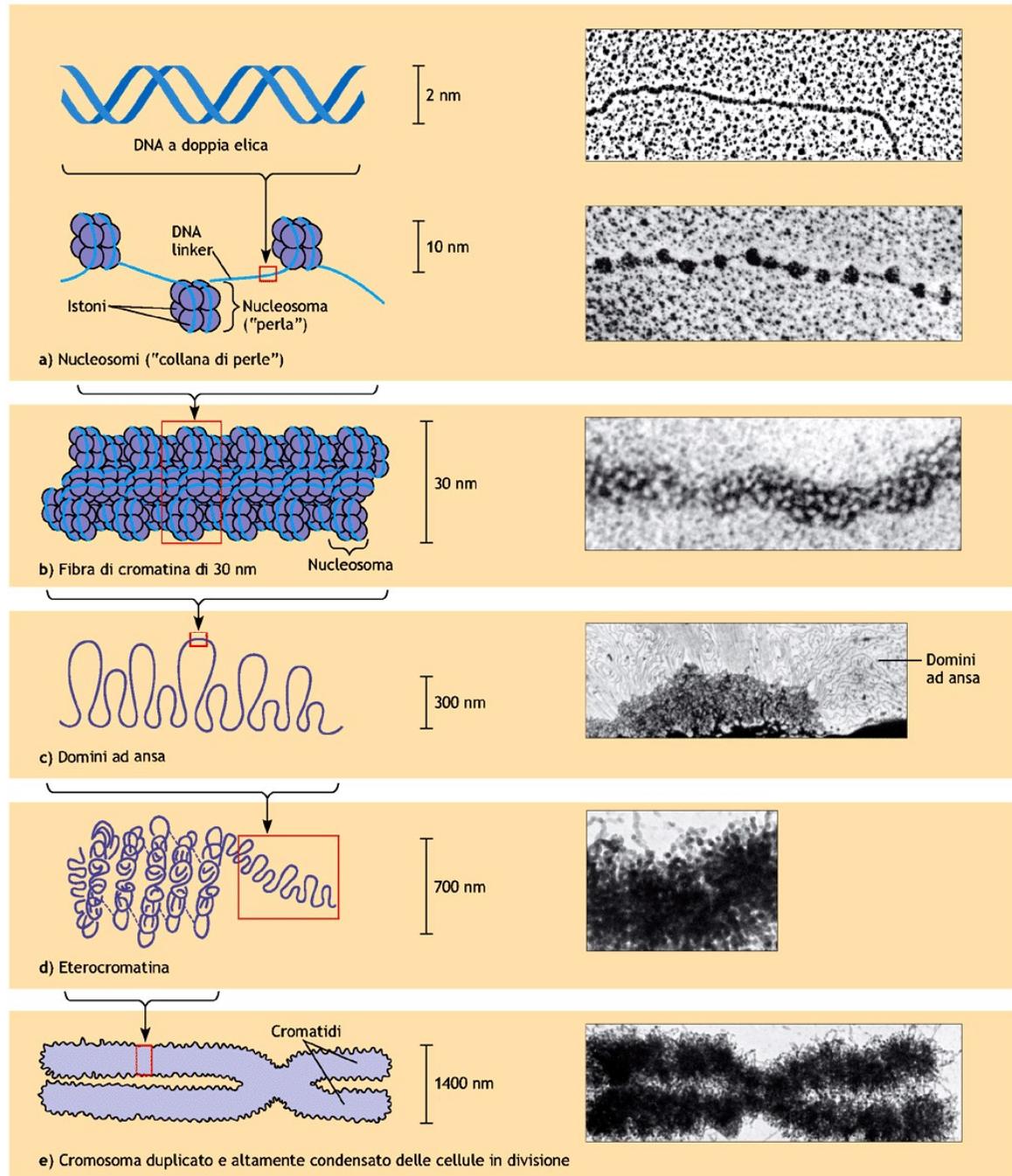
L'eterocromatina è trascrizionalmente inattiva e contiene sequenze di DNA altamente ripetute, come quelle presenti nei centromeri e nei telomeri.



DNA: strategie di compattamento negli eucarioti

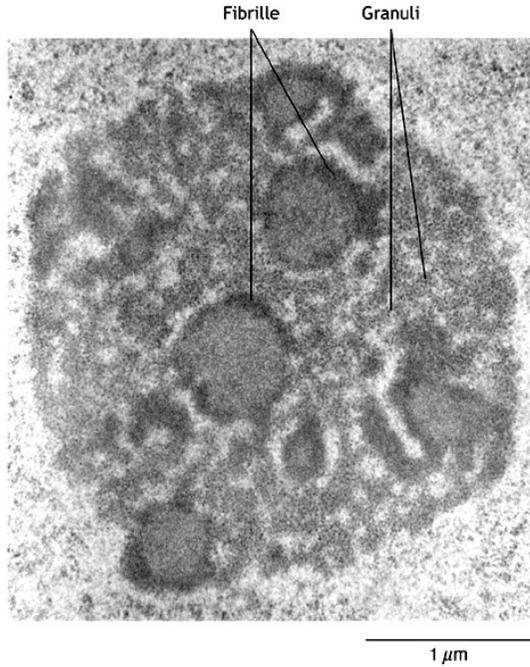


■ **Figura 2.48** Cromosomi della specie umana osservati al microscopio a fluorescenza. Il DNA si è condensato a formare queste unità che sono particolarmente evidenti durante un momento della divisione cellulare, la metafase. Colorazione DAPI.

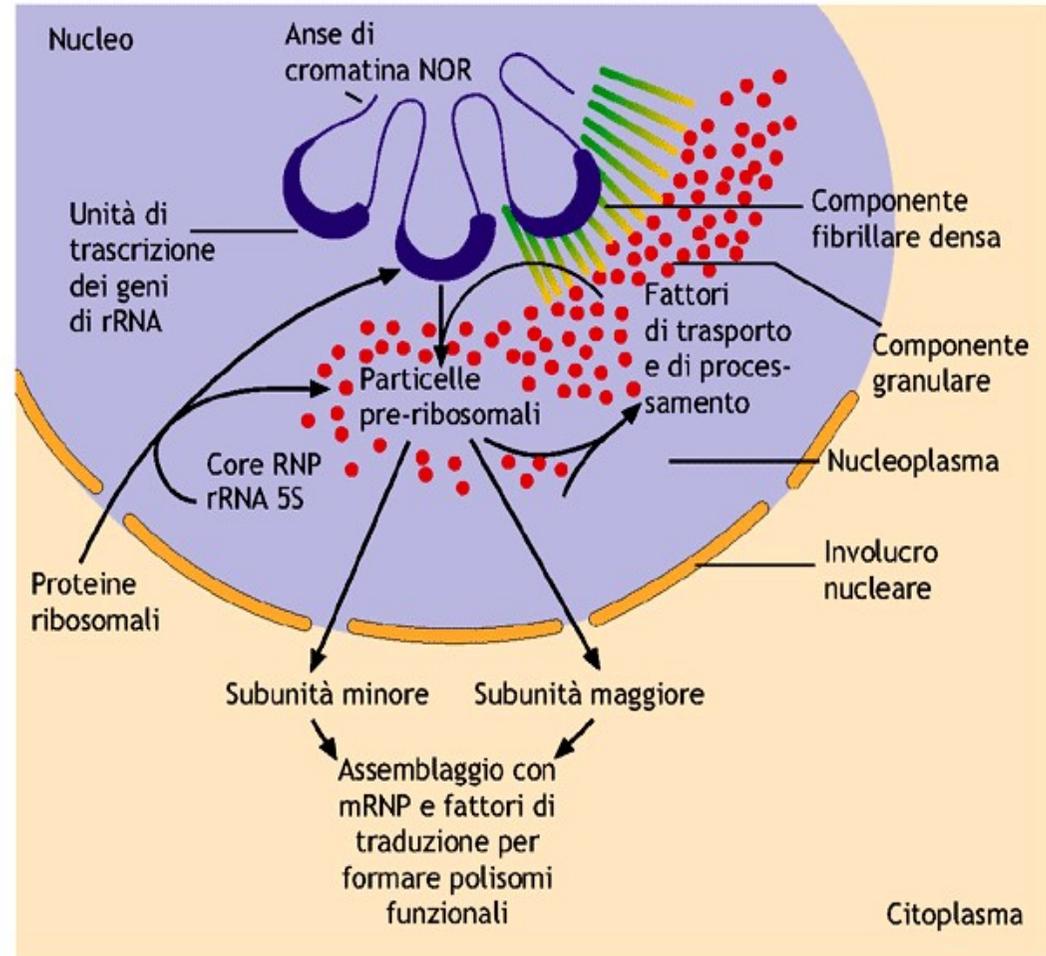
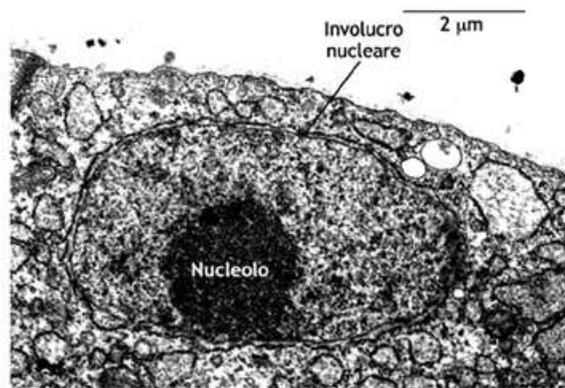


■ **Figura 1.62** Le diverse fasi di compattamento del DNA negli eucarioti. Disegni ed immagini al ME mostrano come a partire da DNA nudo si arrivi al cromosoma metafase. (a) la doppia elica del DNA e la successiva formazione della "collana di perle"; (b) la fibra cromatinica di 30 nm; (c) domini ad ansa; (d) formazione di superanse; (e) il cromosoma metafase, duplicato ed altamente compattato.

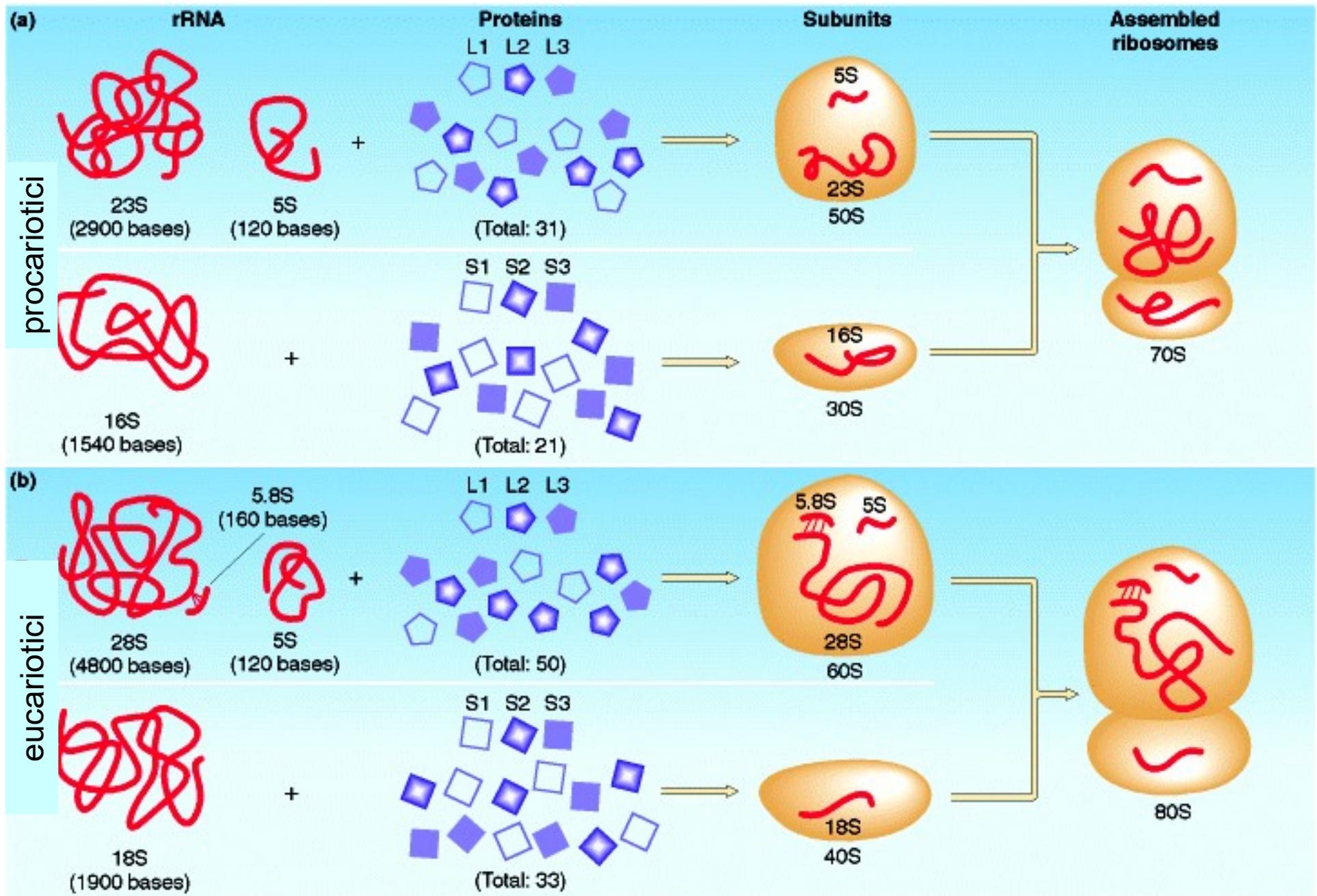
Nucleolo: sintesi dell'RNA ribosomale



■ **Figura 2.57 Il nucleolo.** Micrografia elettronica di sezione ultrasottile di un nucleolo tipico. Sono evidenti i centri fibrillari e la componente granulare che rappresenta le subunità ribosomali neoassemblate.

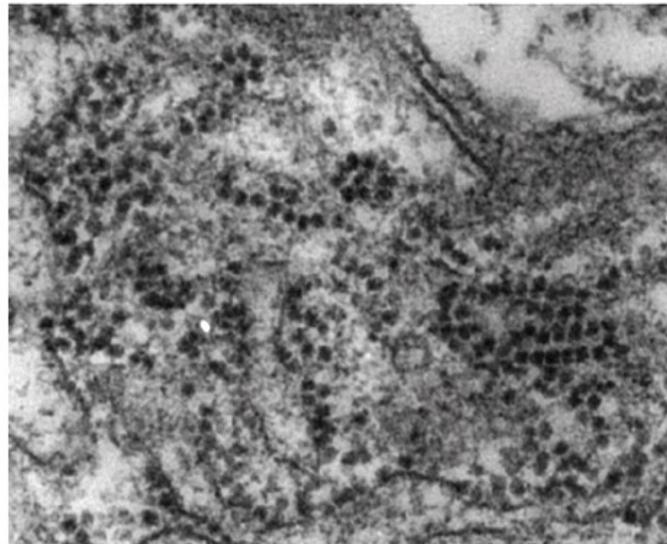
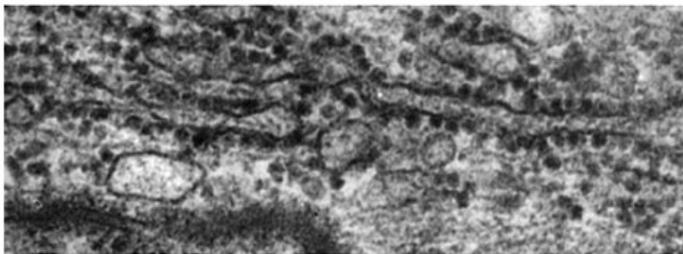
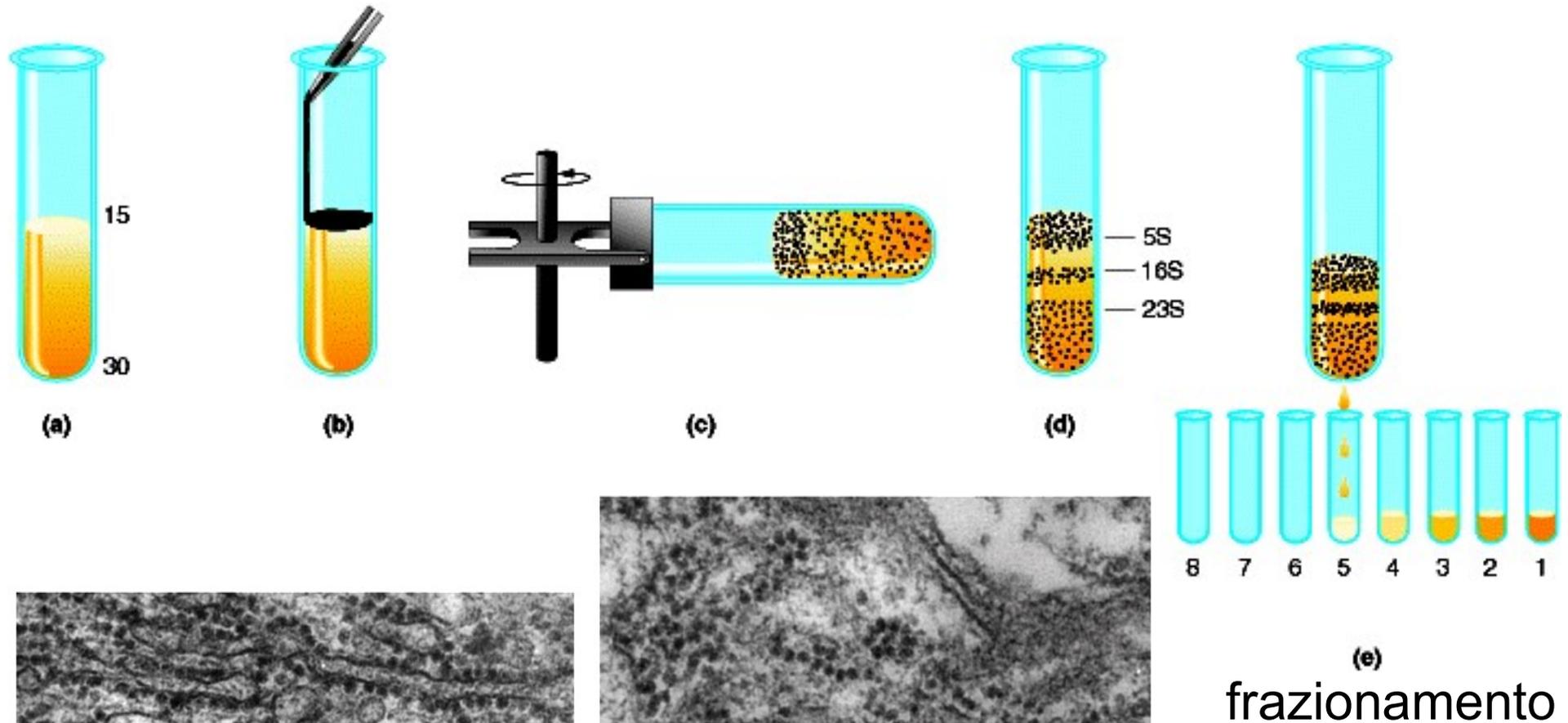


Ribosomi: sede della sintesi proteica



Frazionamento dei ribosomi

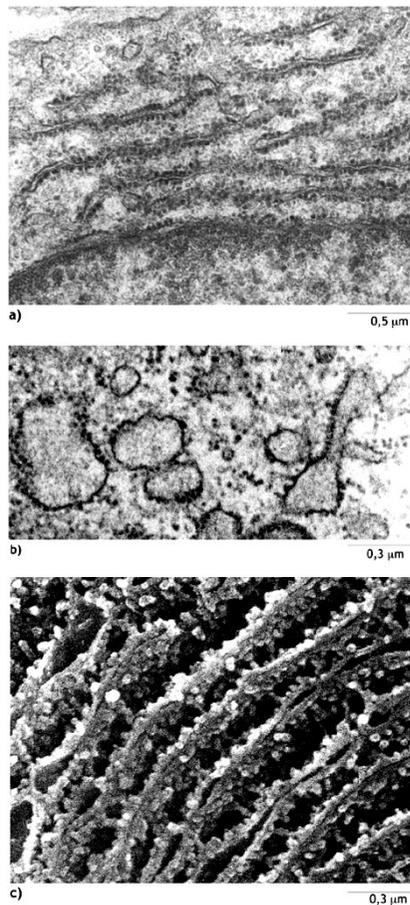
S = Svedberg coefficiente di sedimentazione



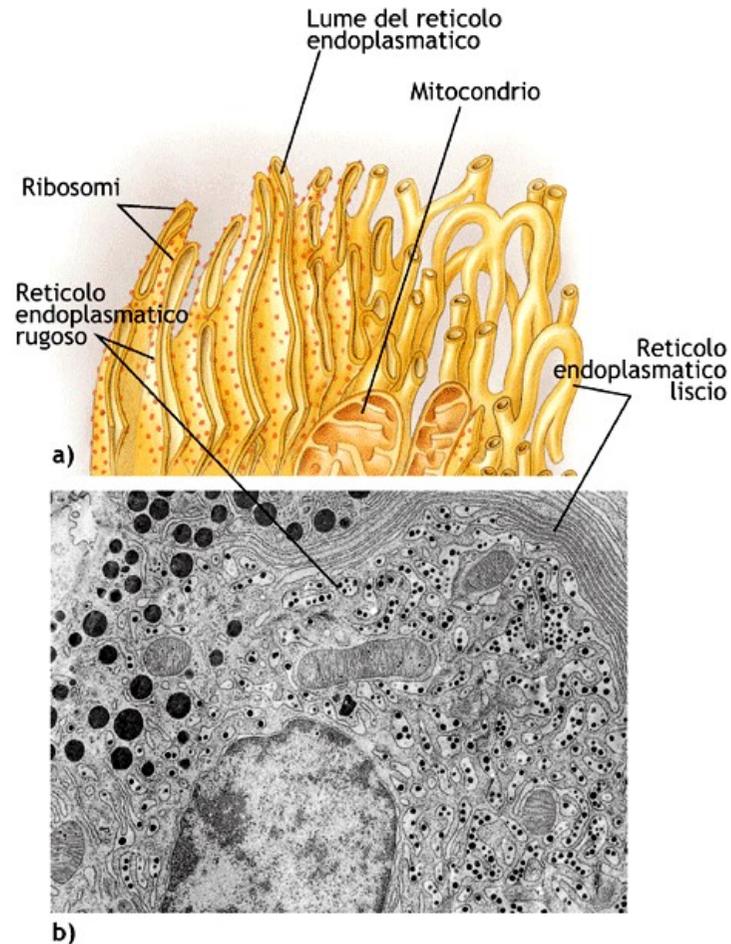
0,2 μm

■ **Figura 2.69** Ribosomi delle cellule eucariotiche. Si ritrovano sia liberi nel citoplasma, che associati alle membrane del reticolo endoplasmatico e dell'involucro nucleare.

Reticolo endoplasmatico rugoso per la presenza dei ribosomi sul versante citoplasmatico:



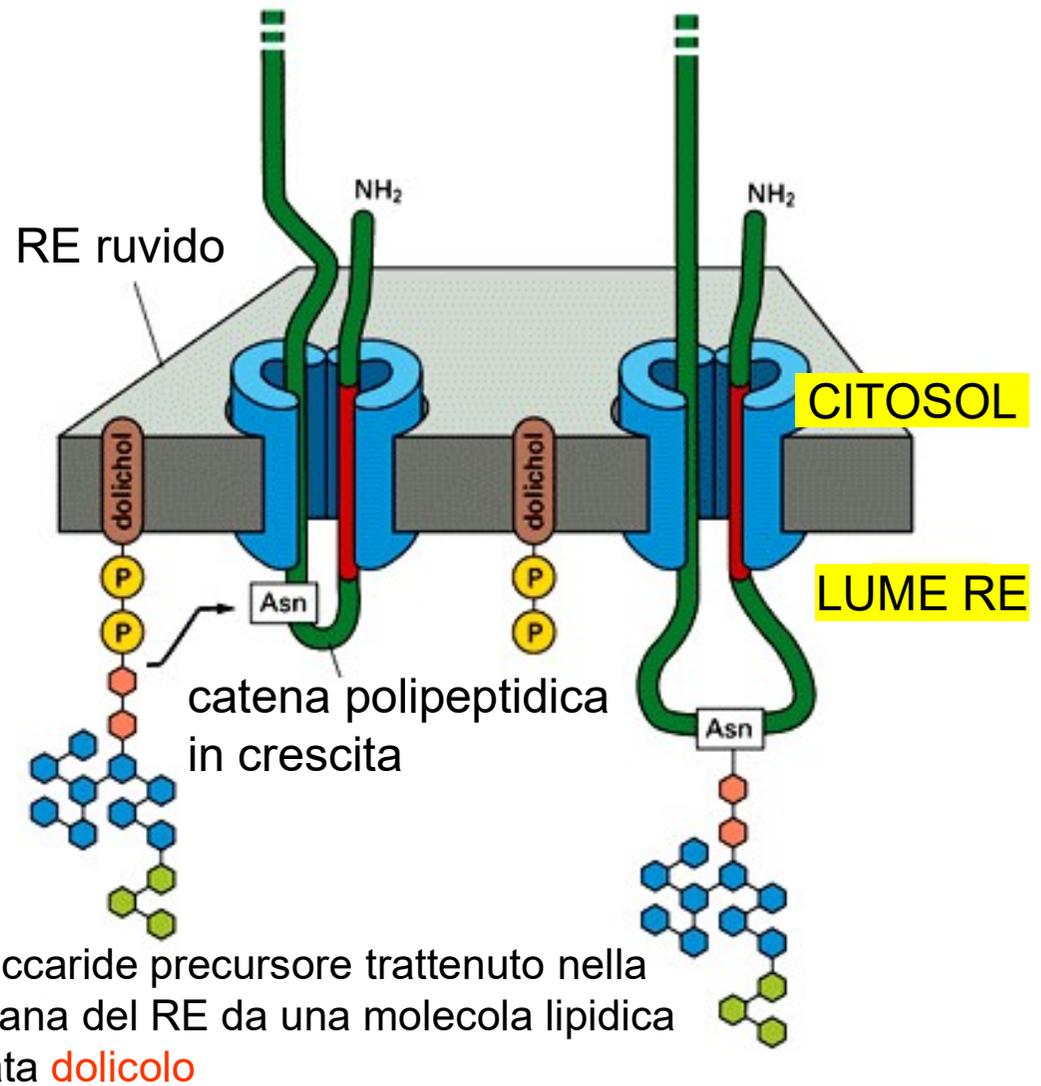
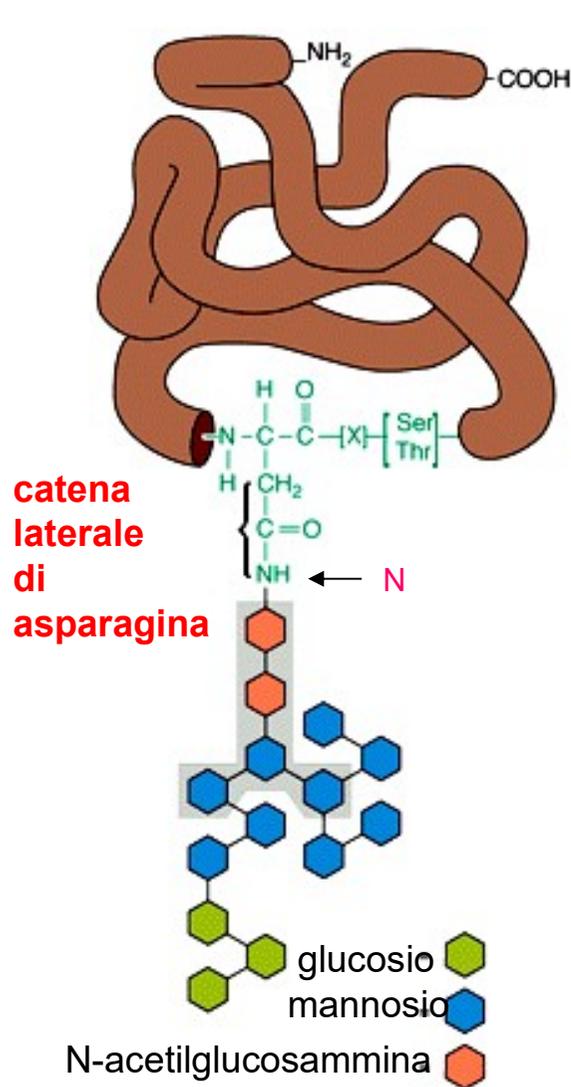
■ **Figura 2.64** Porzione del RER. Il reticolo endoplasmatico rugoso ha ribosomi associati solamente sul versante rivolto verso il citosol; l'altro fronte delimita il lume delle cisterne dentro cui dai ribosomi estrudono le proteine neosintetizzate. La micrografia mostra porzioni diverse del RER da cellule epiteliali di invertebrati al TEM; in (a) le cisterne appaiono lunghe ed appiattite, in (b) appaiono in sezioni trasversali; in (c) immagine al microscopio elettronico a scansione del RER in una cellula acinosa del pancreas.



■ **Figura 2.62** Il reticolo endoplasmatico. (a) Rappresentazione schematica degli elementi del RE; (b) cellula pancreatica di pipistrello vista al microscopio elettronico a trasmissione in cui si evidenzia sia il reticolo endoplasmatico rugoso che quello liscio.

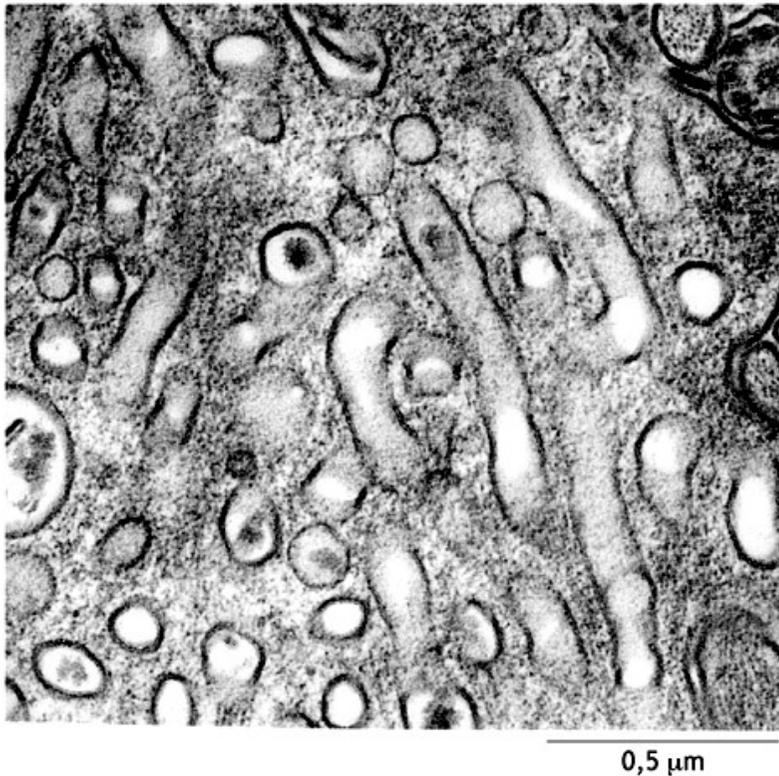
Sintesi delle proteine che verranno esportate ai diversi organelli/membrane
Abbondante nelle cellule esocrine del pancreas che producono enzimi per la
digestione.

Nel reticolo endoplasmatico rugoso inizia la glicosilazione (aggiunta covalente di zuccheri alle proteine).



La maggior parte delle proteine sintetizzate nel RE ruvido sono glicosilate mediante l'aggiunta di un **oligosaccaride comune legato a N**

Reticolo endoplasmatico liscio



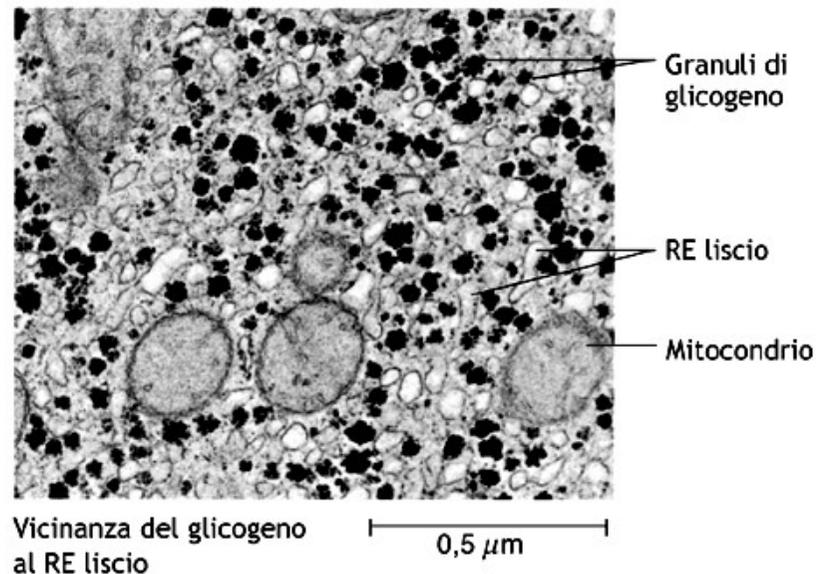
■ **Figura 2.66** Porzioni del SER. Il reticolo endoplasmatico liscio non ha ribosomi e spesso le sue cisterne assumono aspetto tubulare. Immagine al TEM.

Nelle sue membrane sono inclusi diversi enzimi che intervengono **sintesi di steroidi** a partire dal colesterolo (abbondante nelle cellule endocrine che producono ormoni steroidei: testicolo, corteccia surrenale) **di fosfolipidi, glicolipidi presenti nelle membrane.**

Nelle cellule epatiche è molto sviluppato perché **detossificante.** Farmaci, come anfetamine, morfina barbiturici oppure tossine, pesticidi, erbicidi ecc. vengono resi meno dannosi grazie all'enzima ossidasi presente sulle membrane che con reazioni di idrossilazioni favorisce la solubilità delle sostanze permettendone il trasporto ai reni e la secrezione con le urine. In alternativa, si depositerebbero nei grassi corporei.

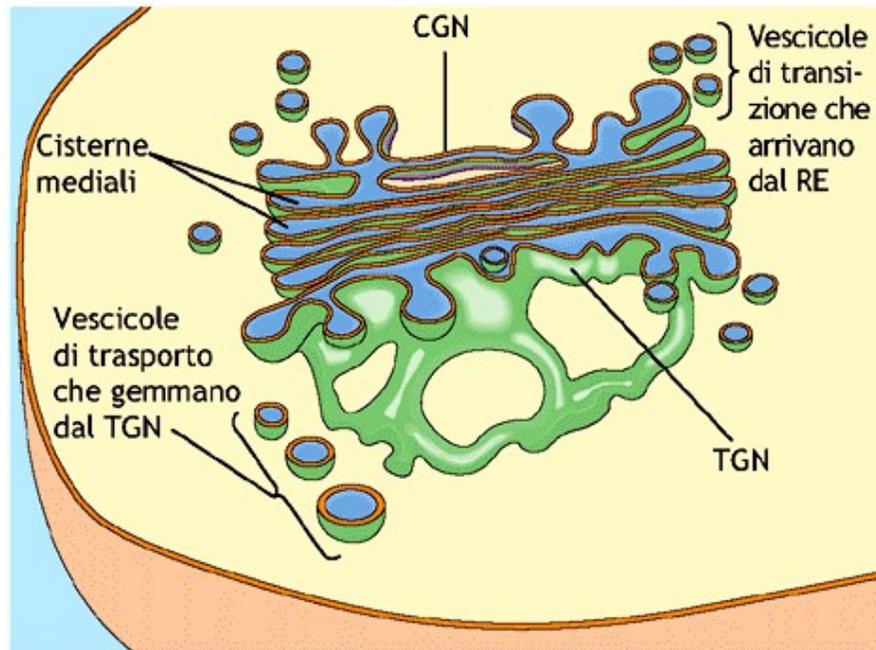
Accumula ioni Ca^{++} (molto sviluppato nelle cellule muscolari che richiedono ioni per avviare la contrazione muscolare).

Degrada glicogeno a glucosio

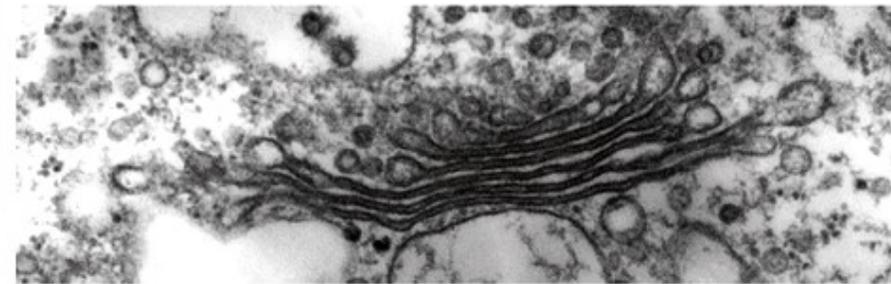


■ **Figura 2.67** Le cellule epatiche accumulano molecole di glucosio sotto forma di glicogeno. La micrografia elettronica mostra numerosi granuli di glicogeno in una cellula epatica di scimmia.

Apparato del Golgi: Glicosilazione (modifica più comune) di proteine e lipidi e smistamento agli organelli /membrane di competenza



a)



b)

0,5 µm

■ **Figura 2.78** Rappresentazione schematica del complesso del Golgi e sua struttura. **(a)** Poche cisterne appiattite ed impilate costituiscono il Golgi. Dal RER arrivano le vescicole di transizione che si fondono con la faccia *cis* (CGN = cis Golgi net); sulla faccia *trans* si distaccano le vescicole di trasporto (TGN = trans Golgi net) che portano molecole quali lipidi e proteine. **(b)** Apparato del Golgi in cellule epiteliali di invertebrati, osservato al TEM: i sacchi delimitati da membrana sono impilati e mostrano le estremità slargate. Diverse vescicole si possono osservare in prossimità dell'organulo; infatti il materiale ricevuto dal RE viene modificato, elaborato ed impacchettato all'interno di altre vescicole attraverso cui viene estruso o verso la superficie cellulare o verso altre regioni della cellula.

Lisosomi sono vescicole che derivano dall'apparato del Golgi

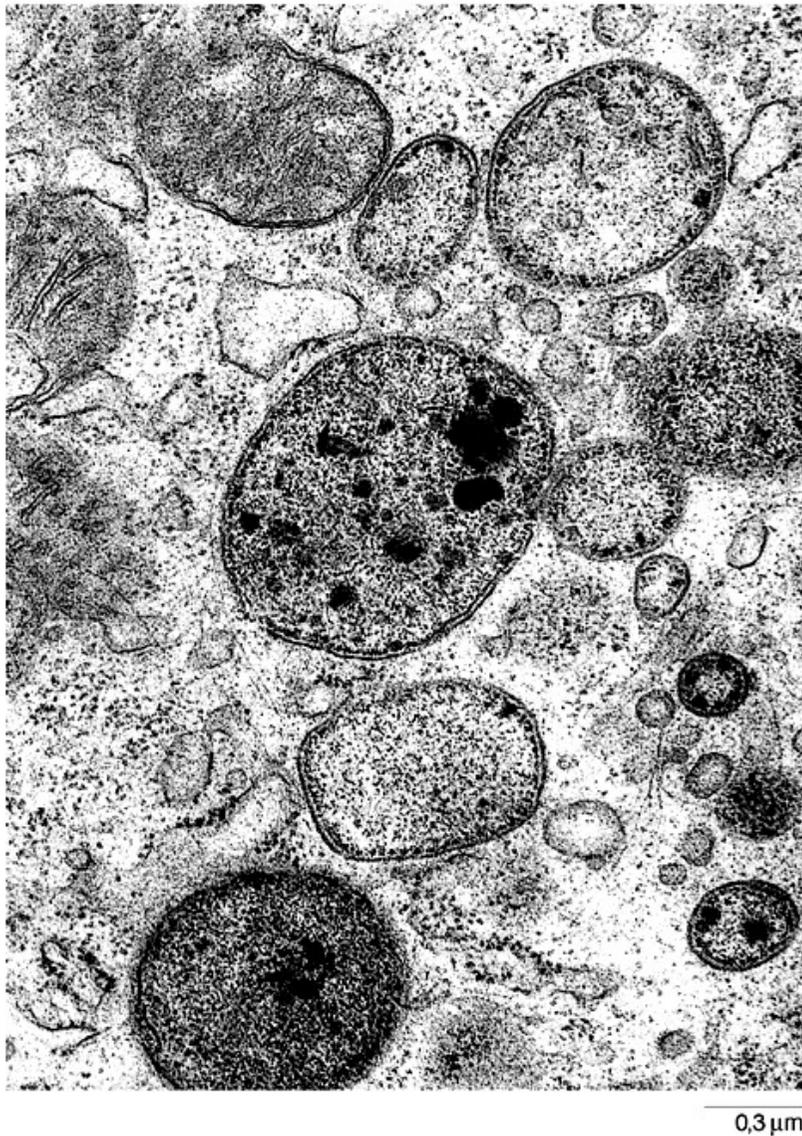
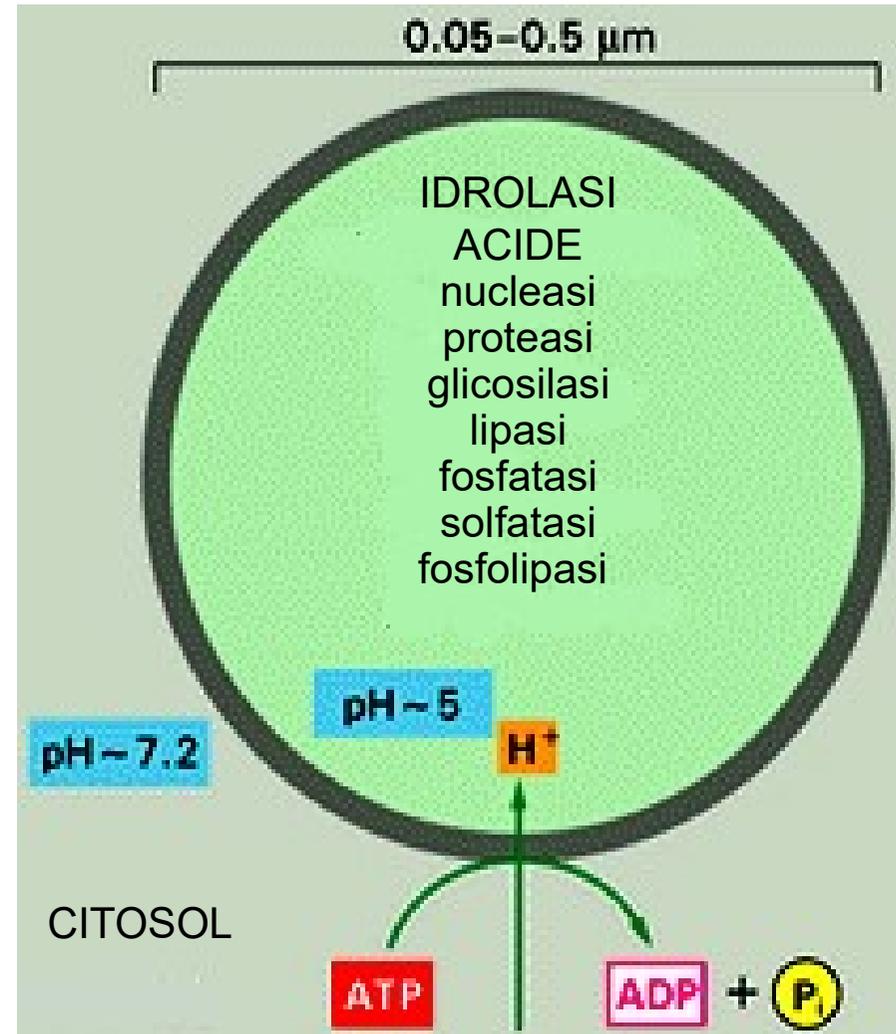
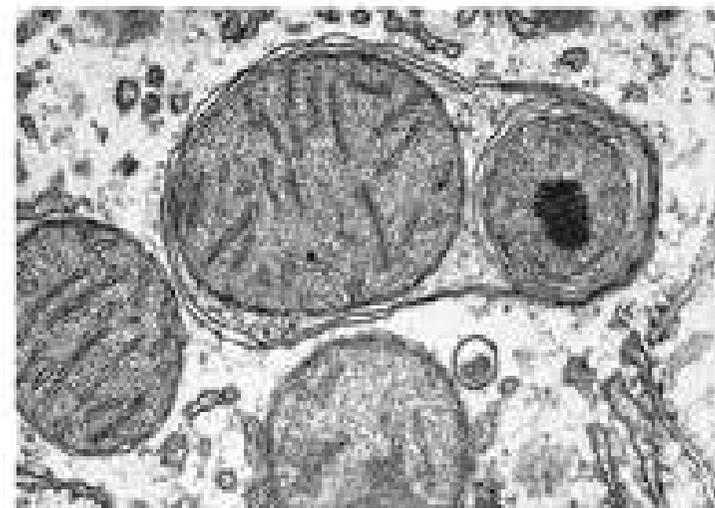
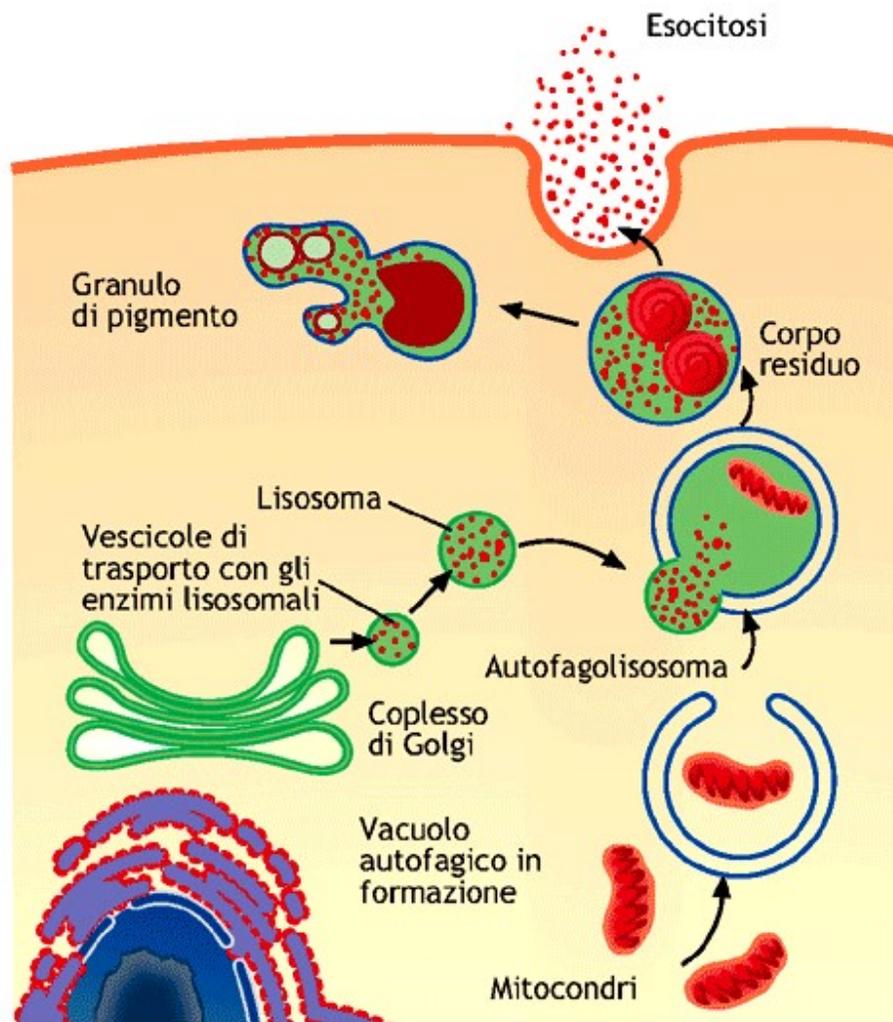


Figura 2.82 i lisosomi. Diversi lisosomi in una cellula fagocitica di fegato osservata al TEM.

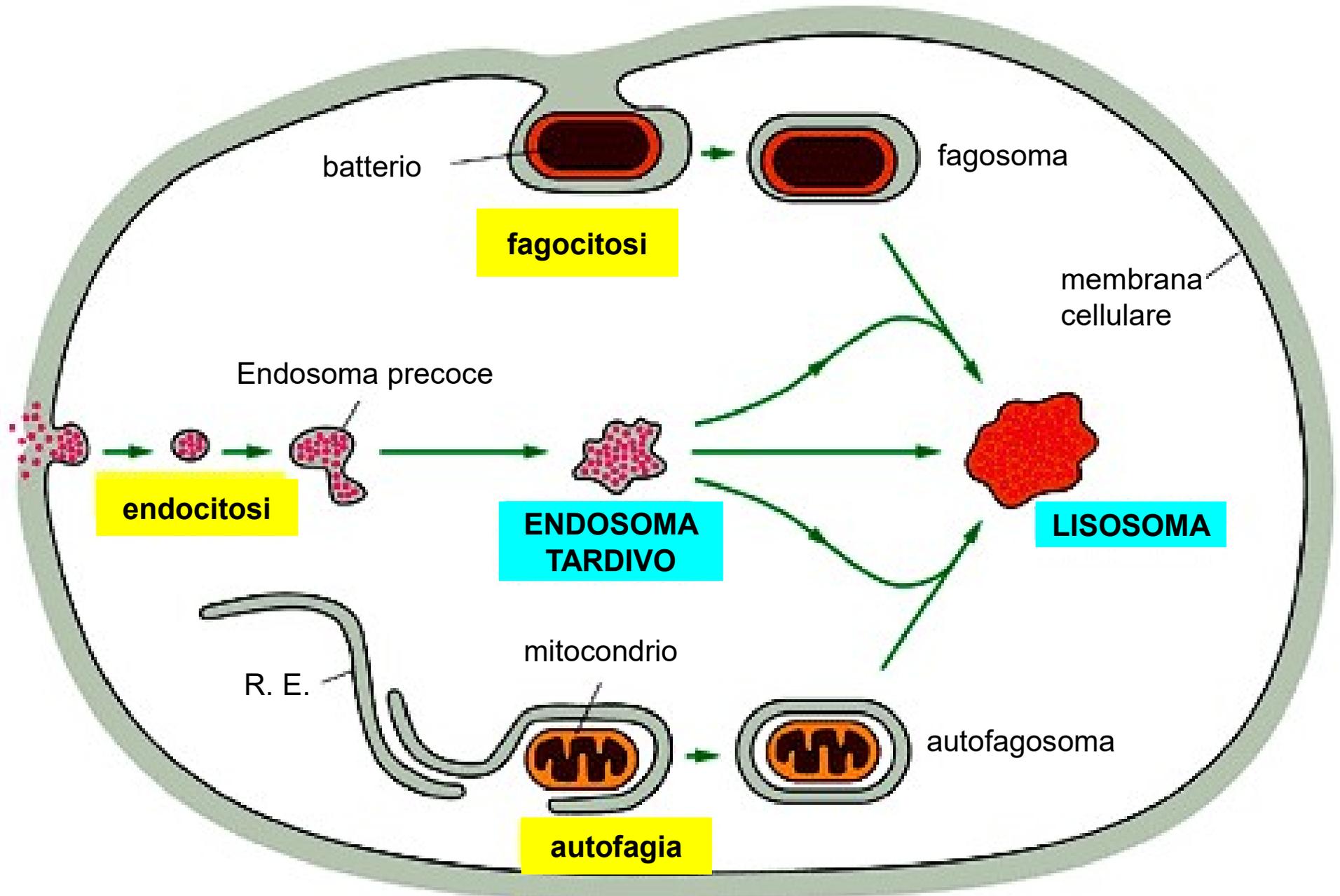


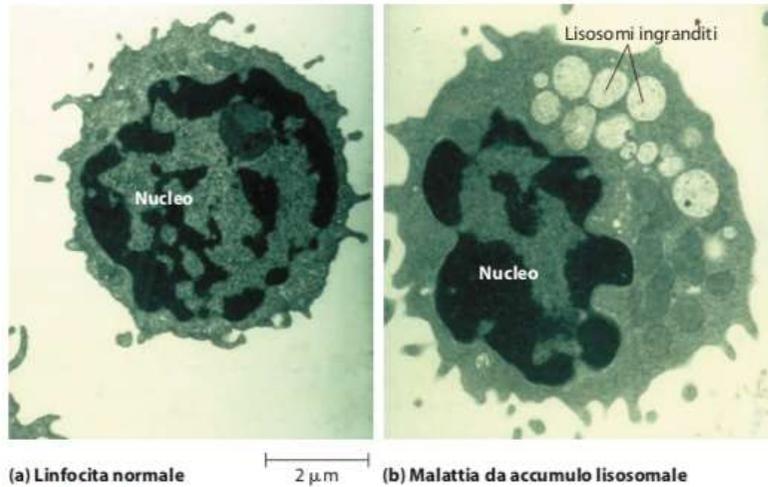
Lisosomi: Degradano organelli e molecole vecchie oltre a cellule fagocitate- granulociti.



■ **Figura 2.86** Schema della via autofagica.

TRAFFICO VESICOLARE NELLE VIE ENDOCITICHE: pinocitosi e fagocitosi





(a) Linfocita normale (b) Malattia da accumulo lisosomiale

FIGURA 4A.1 Linfocita normale e malattia da accumulo lisosomiale.

(a) Un linfocita umano normale. (b) Linfocita di un paziente con una mutazione dell'enzima α -mannosidasi, che catalizza la scissione del mannosio nei lisosomi (TEM).

Sono note patologie causate da mutazioni di un singolo gene deputati alla funzione lisosomiale- Tay-Sachs- accumulo di glicolipide cellule nervose

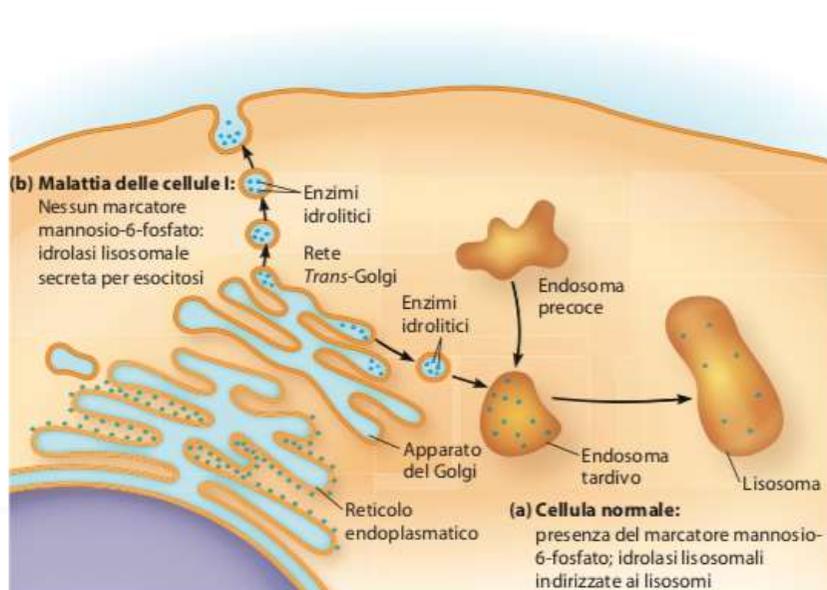


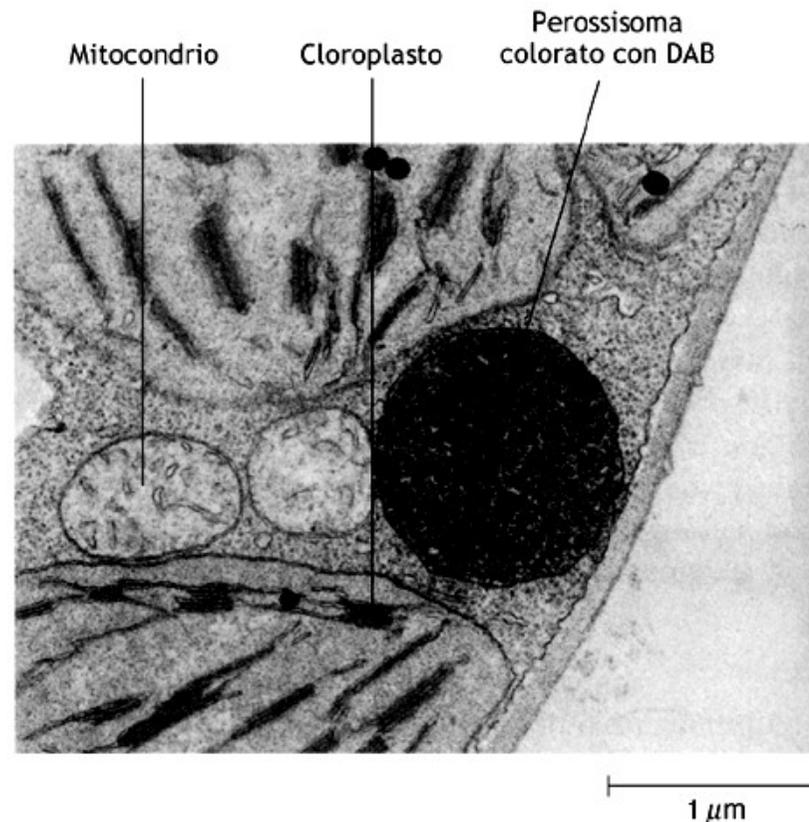
FIGURA 4A.2 Vie di trasporto normale e in caso di malattia delle cellule I per gli enzimi idrolitici.

(a) Il normale trasporto degli enzimi lisosomiali dipende dall'aggiunta di mannosio all'idrolasi nell'RE ruvido. Il mannosio è poi fosforilato a mannosio-6-fosfato (mannosio-6-P) nel Golgi. Gli enzimi marcati con mannosio-6-P si muovono attraverso il Golgi, poi si fondono con gli endosomi e alla fine sono incorporati nei lisosomi. Si noti che, per chiarezza, dalla figura sono stati omessi molti altri aspetti del trasporto endosomiale. (b) Nelle cellule dei pazienti con malattia delle cellule I, nel Golgi è assente l'enzima che aggiunge un gruppo fosforile al mannosio, per cui gli enzimi sono erroneamente indirizzati alla membrana plasmatica. In ultima analisi, in tali cellule i lisosomi si rigonfiano.

Perossisomi nella degradazione delle purine e nella ossidazione degli acidi grassi

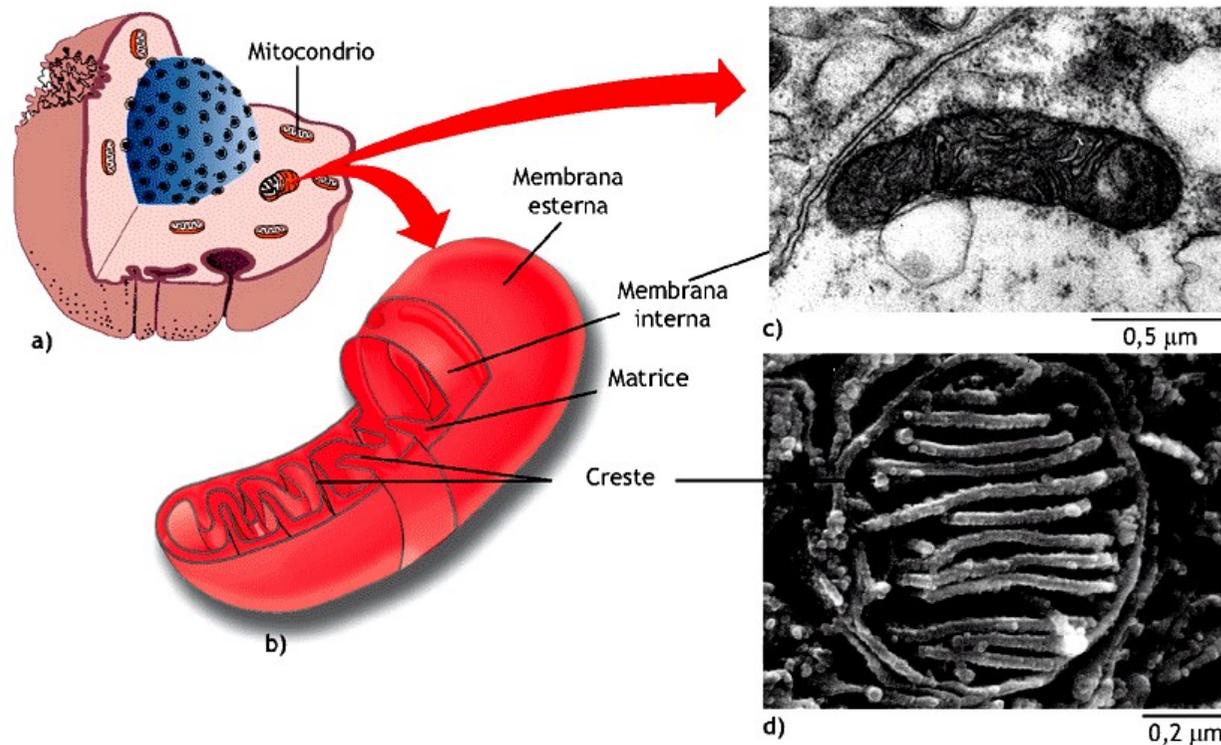
Contengono

- 1) *urato ossidasi, amminoacido ossidasi*, che catalizzano le ossidazioni partendo da **ossigeno molecolare e producendo acqua ossigenata**
- 2) *catalasi* decompongono l'acqua ossigenata, che è tossica per le cellule, in ossigeno e acqua.



■ **Figura 2.88** La reazione di colorazione con DAB permette di evidenziare la presenza di perossisomi, nelle sezioni di cellule osservate al TEM.

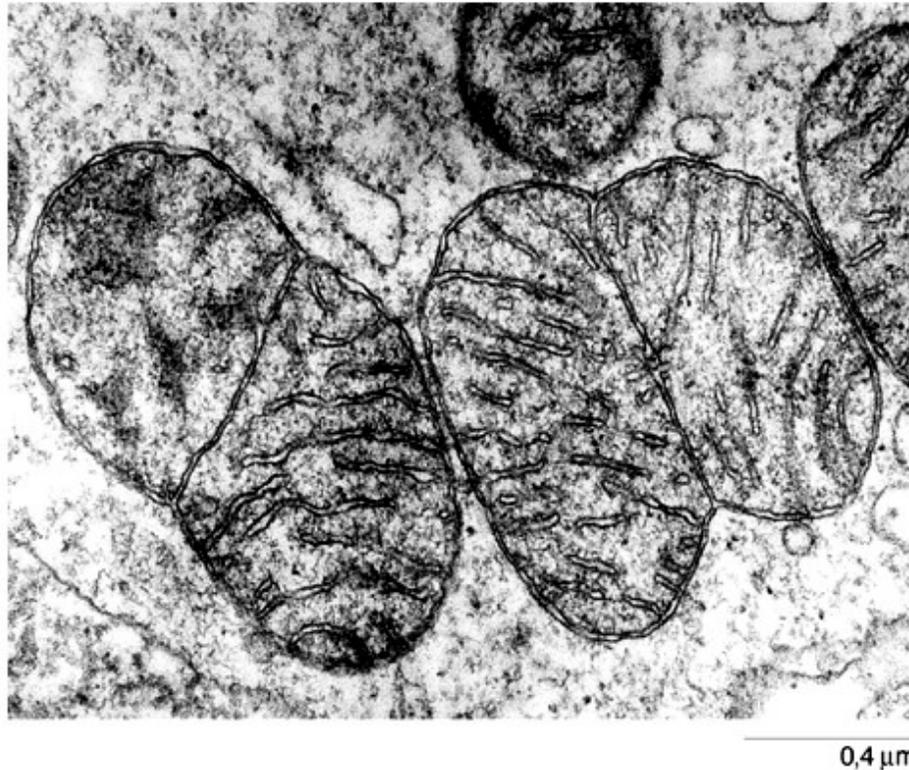
Mitocondri: i generatori energetici della cellula



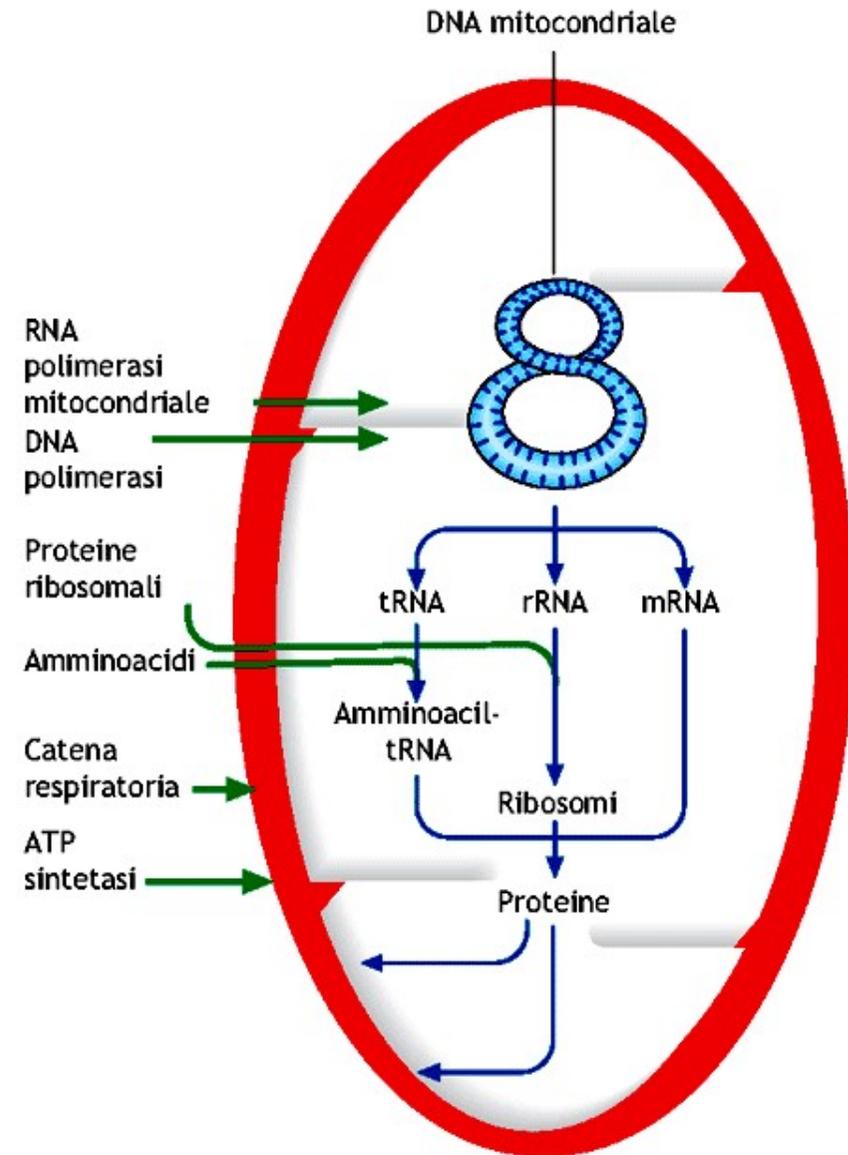
■ **Figura 2.70** I mitocondri hanno una tipica forma a fagiolo. (a) Schema di una cellula eucariotica che evidenzia la grandezza di alcuni mitocondri presenti nel citoplasma; (b) disegno schematico della struttura interna di un mitocondrio; (c) micrografia al microscopio elettronico di un mitocondrio in una cellula epiteliale di invertebrato, in sezione longitudinale. Le due membrane che lo delimitano sono evidenziabili in alcuni punti. I ripiegamenti della membrana interna vengono a formare le creste, che aumentano enormemente la superficie disponibile per il metabolismo ossidativo. (d) Micrografia elettronica a scansione di un mitocondrio congelato, fratturato e inciso, che mostra le creste all'interno della matrice interna.

Carboidrati, aminoacidi e acidi grassi introdotti come alimento dentro le cellule vengono assorbiti dai mitocondri che li ossidano fino ad **CO₂** e **H₂O**, e utilizzano l'energia ricavata per convertire adenosin-difosfato (ADP) in adenosin-trifosfato (**ATP**) mediante l'aggiunta di fosfato inorganico, ricostituendo così la tipica molecola responsabile dei trasferimenti di energia del mondo vivente.

Mitocondri

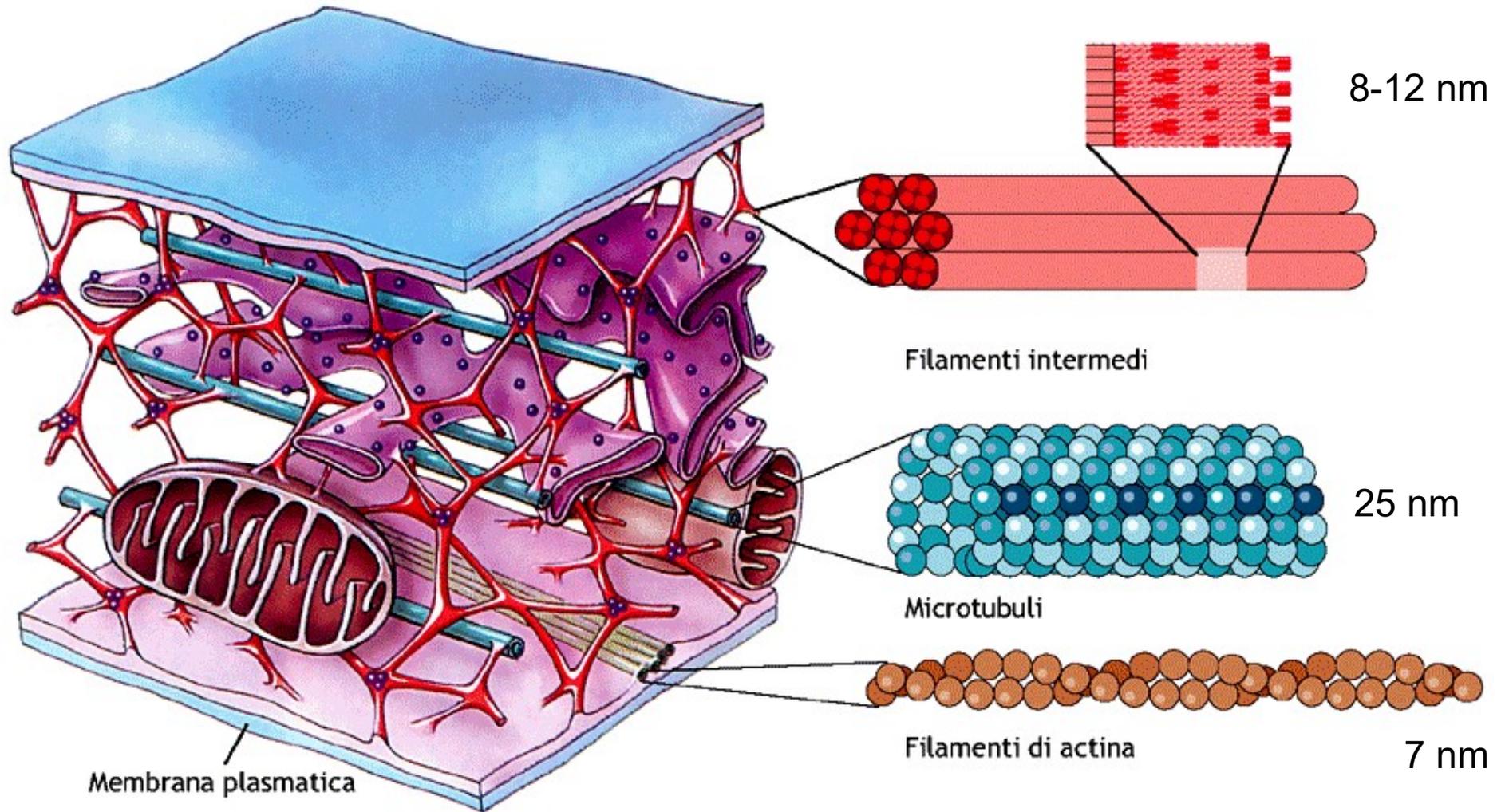


■ **Figura 2.72** i mitocondri sono dotati di parziale autonomia. La micrografia mostra mitocondri in una cellula di insetto, nel momento della divisione.



■ **Figura 2.71** Schema che mostra le principali attività che si svolgono all'interno del mitocondrio. Gli enzimi mitocondriali sono specificati sia dal DNA mitocondriale che dal DNA nucleare. Sia per la duplicazione che per la trascrizione e traduzione, che avvengono nel mitocondrio, sono comunque necessarie proteine che provengono dal citoplasma cellulare.

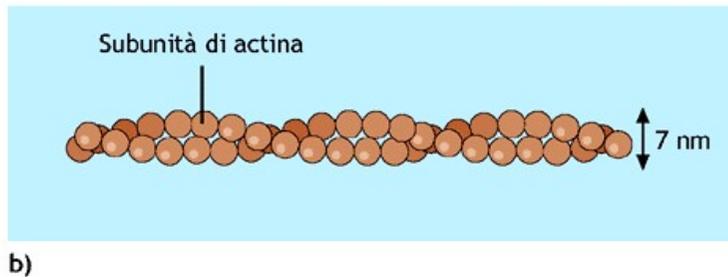
Il citoscheletro è una rete di fibre proteiche presente nel citoplasma



■ **Figura 2.92** Distribuzione del citoscheletro nel citoplasma e schema rappresentativo della struttura dei singoli elementi che lo compongono.

Microfilamenti:

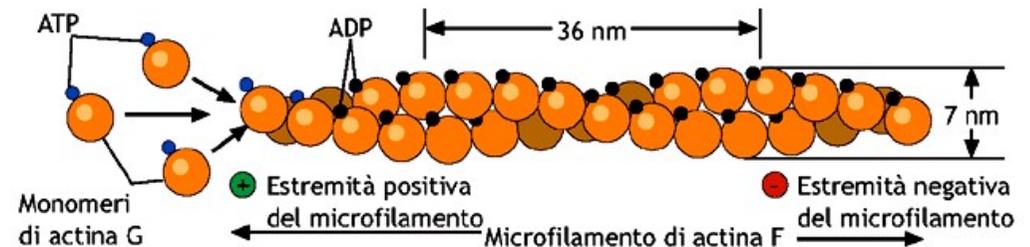
- 1) Determinano e stabilizzano la forma della cellula
- 2) mediano il movimento cellulare:
contrazione- strisciamento- strozzatura termine mitosi



■ **Figura 2.94** I microfilamenti sono polimeri che si assemblano a partire da monomeri di actina intrecciandosi in due catene filamento-se (b). In (a) intreccio di microfilamenti in una cellula, osservata al TEM.

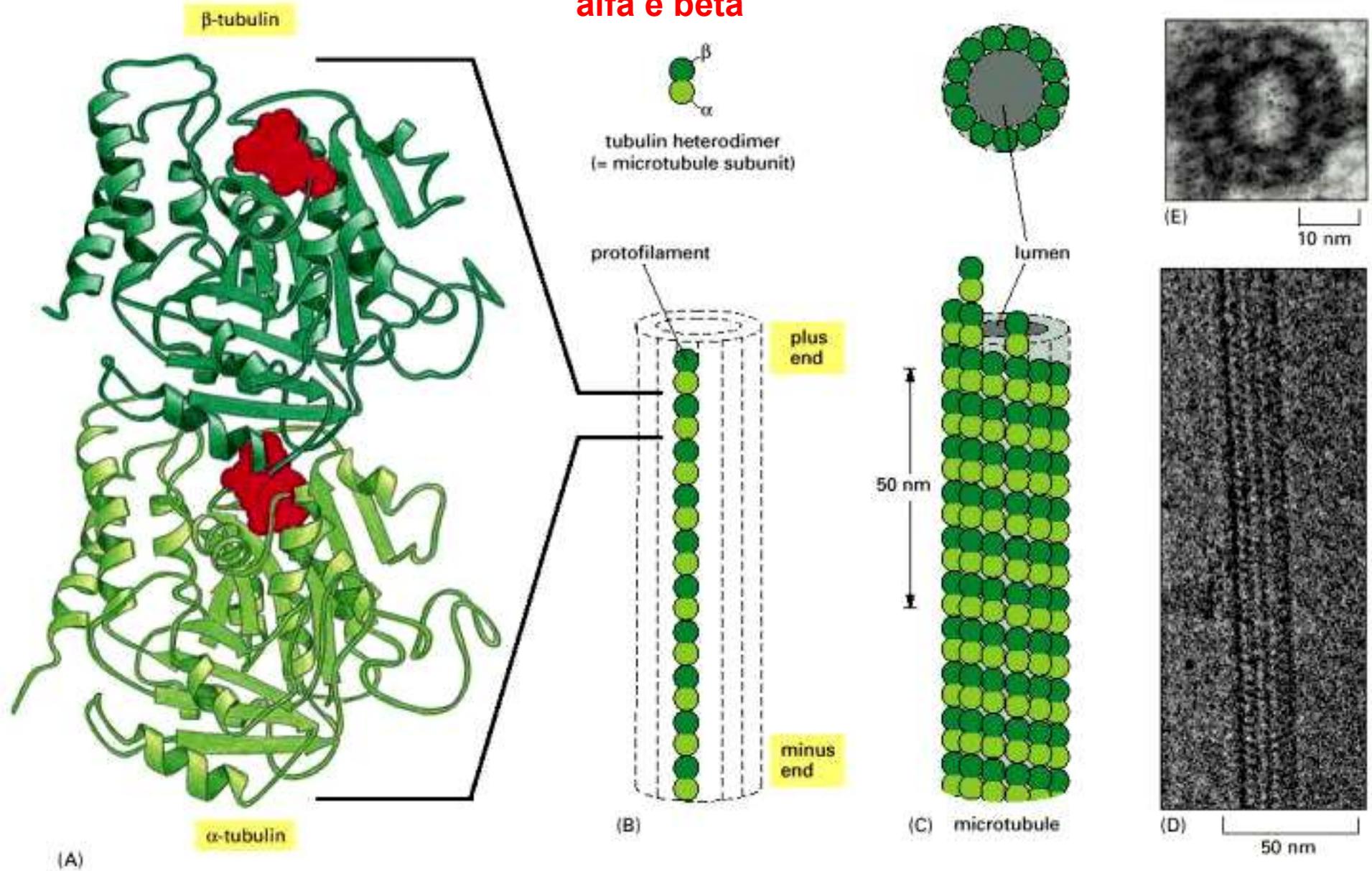


■ **Figura 2.95** Modello della actina G. La ricostruzione della molecola tramite cristallografia prevede che possa formare un alloggiamento per un nucleotide (ATP o ADP) e nel complesso assuma una conformazione bilobata.

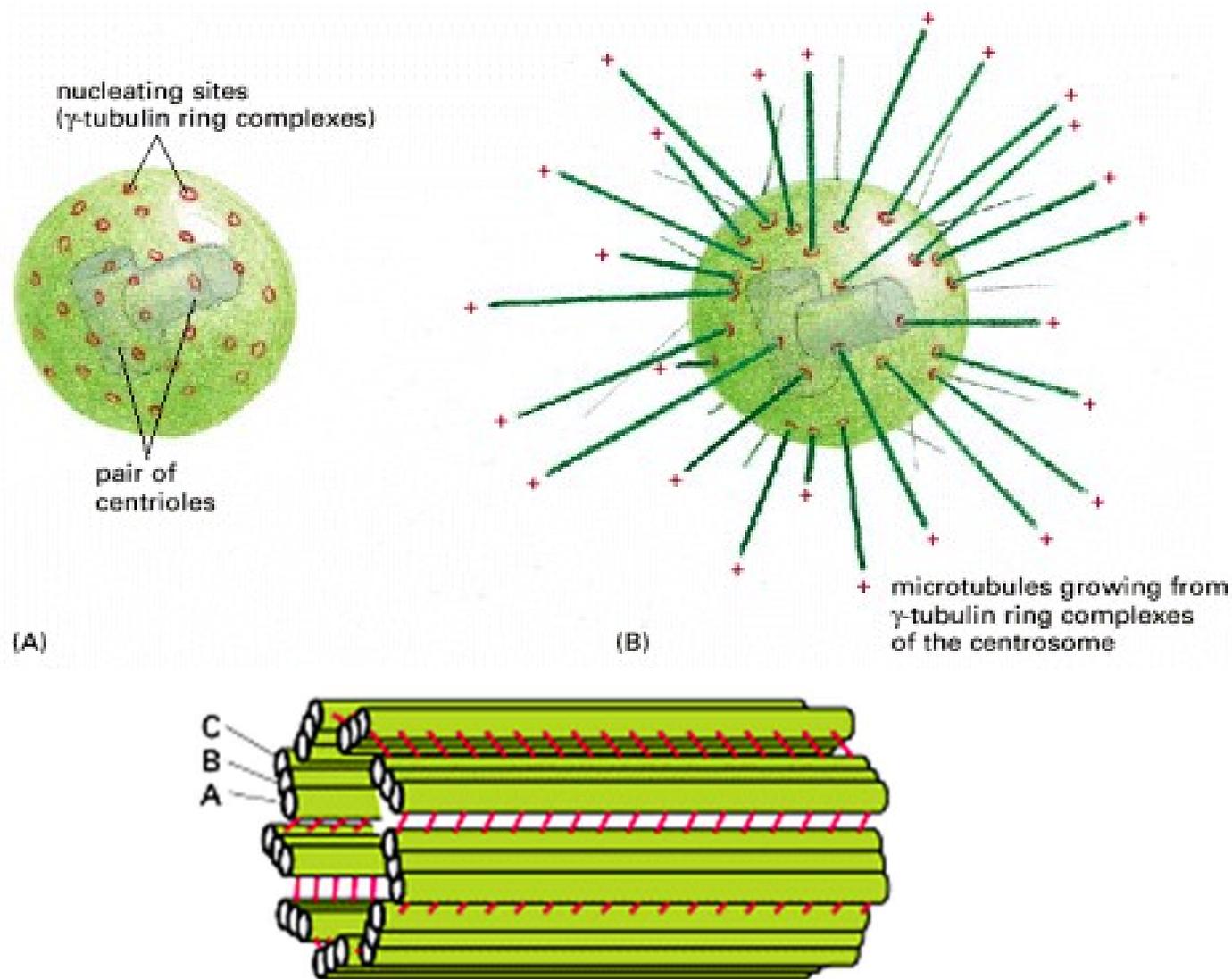


■ **Figura 2.96** Assemblaggio delle molecole di actina G in filamenti di actina F. Il diametro del polimero è di circa 7 nm, un giro completo dell'elica è di 36-37 nm, e contiene circa 13,5 monomeri. Il legame di una molecola con l'altra porta alla idrolisi dell'ATP.

Microtubuli sono formati da 13 filamenti costituiti da eterodimeri di tubulina alfa e beta



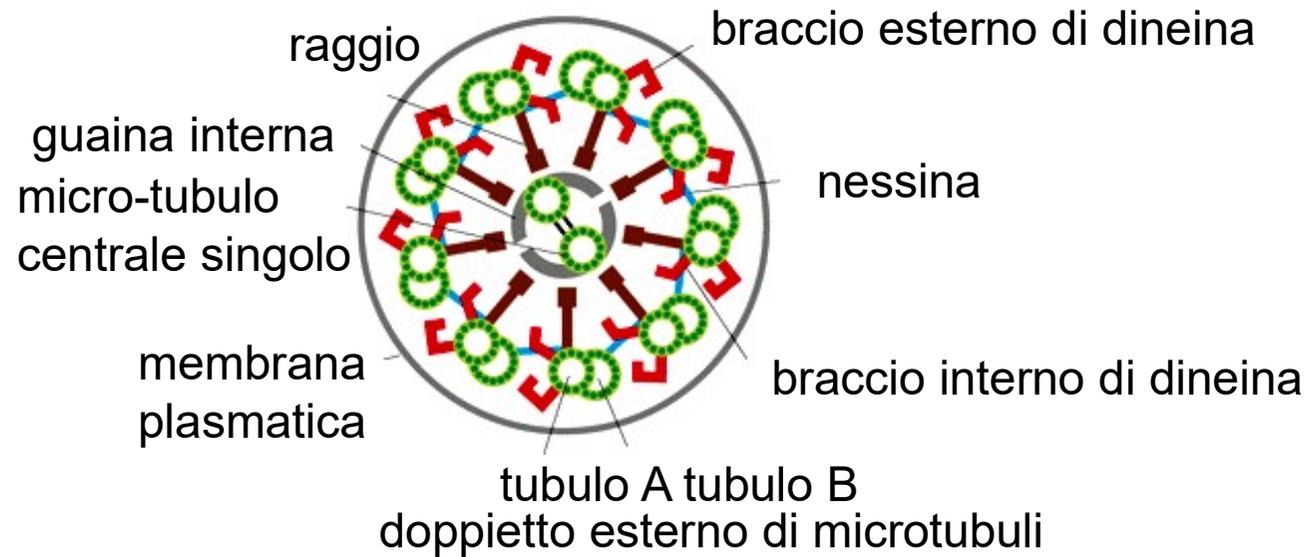
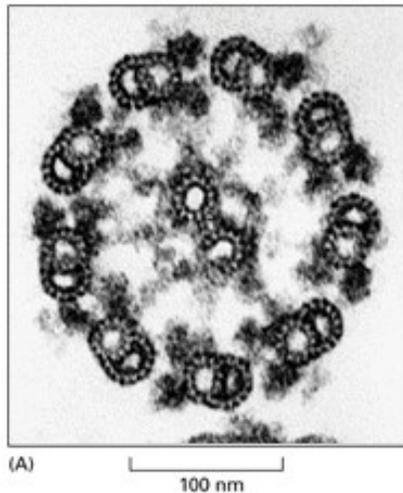
I microtubuli intervengono nella mitosi per la separazione dei cromosomi



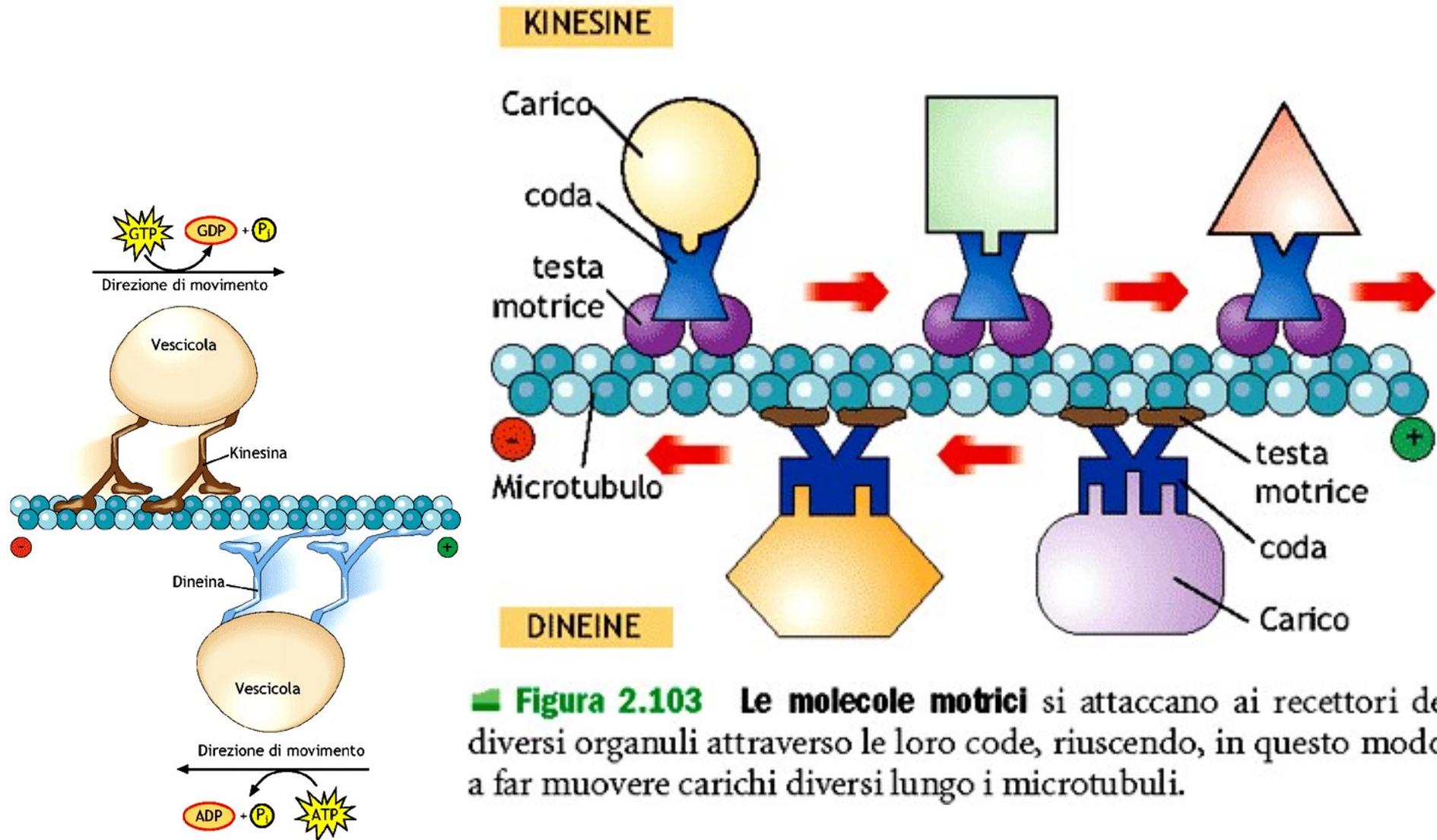
Il centrosoma (contiene i centrioli costituiti da 9 triplete di microtubuli) organizza il fuso mitotico che è costituito dai microtubuli

Microtubuli sono alla base della struttura di ciglia e flagelli : locomozione o funzioni specializzate (rimozione del muco da cellule ciliate della trachea.

La disposizione di un microtubulo in un **CIGLIO** o **FLAGELLO**.
Disposizione caratteristica di 9+2 a formare l'**assonema**.
L'assonema è il nucleo del ciglio o flagello e provoca il movimento.

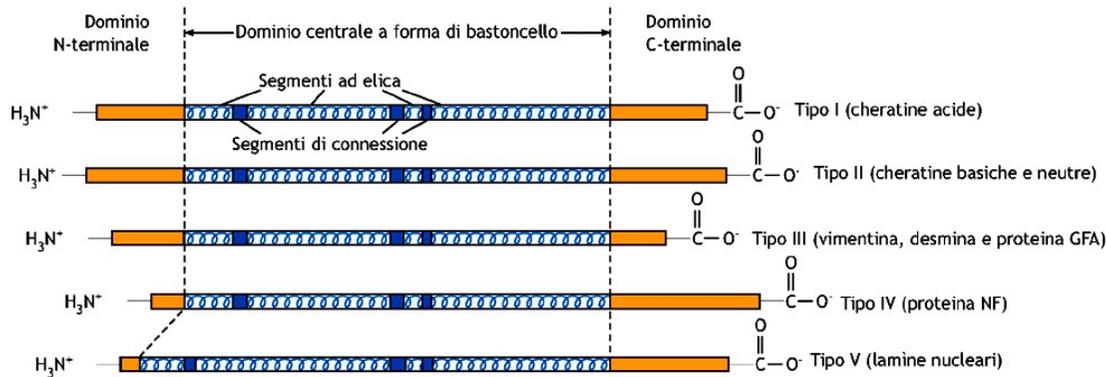


Microtubuli consentono il trasporto di molecole, come su binari dei treni

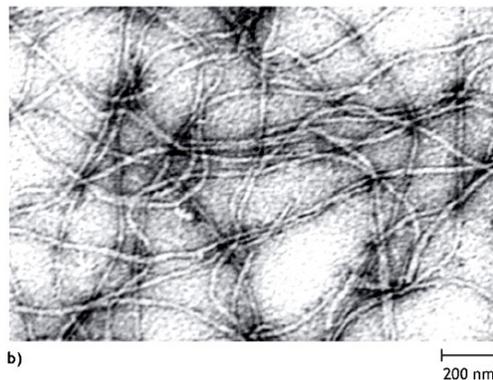
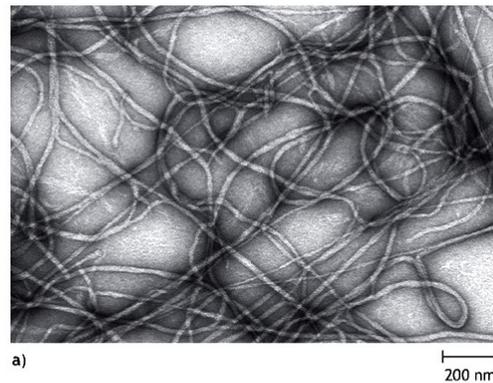


■ **Figura 2.103** Le molecole motrici si attaccano ai recettori dei diversi organuli attraverso le loro code, riuscendo, in questo modo, a far muovere carichi diversi lungo i microtubuli.

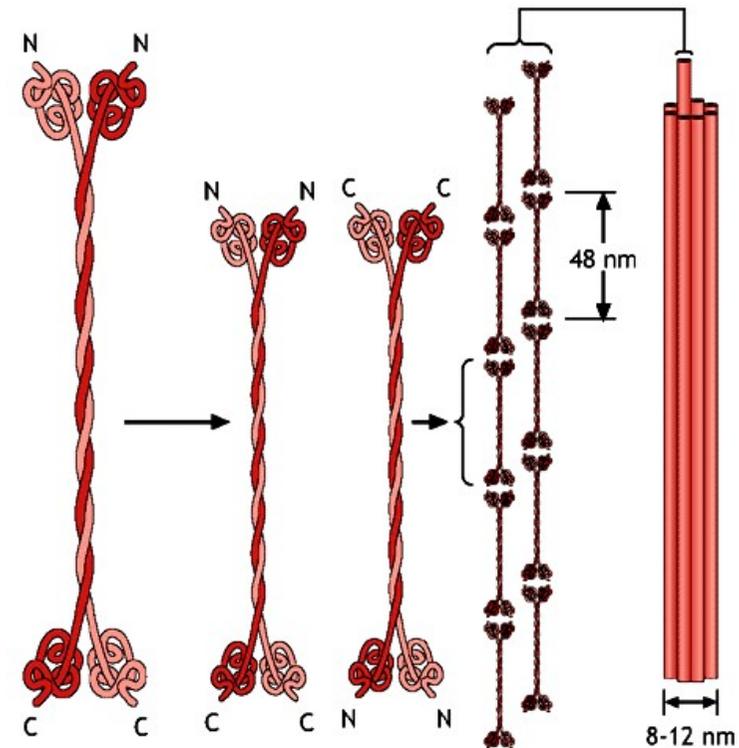
Filamenti intermedi: formati da proteine fibrose. Interferiscono con lo stiramento della cellula (tendini)



■ Figura 2.114 Proteine dei filamenti intermedi e similitudini strutturali.



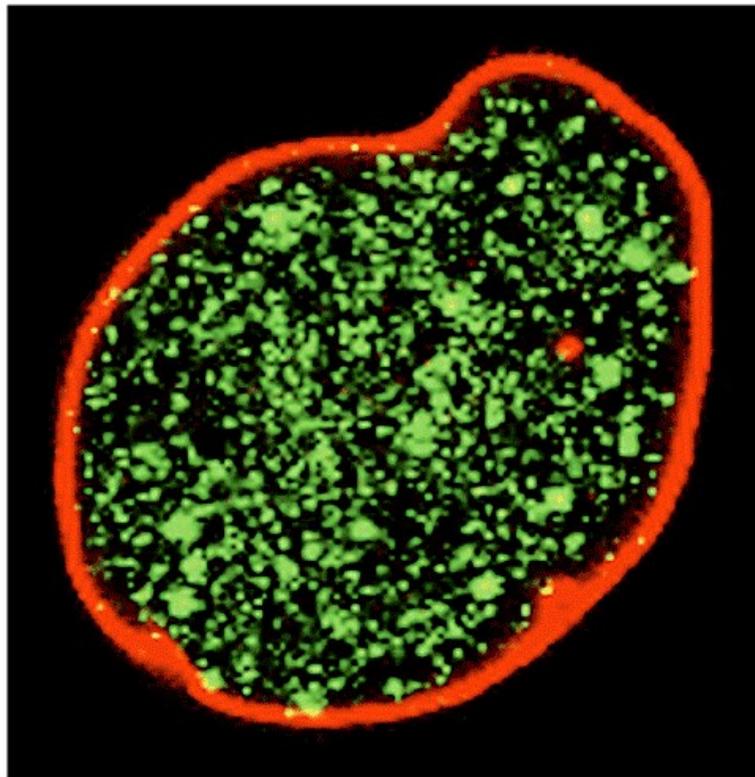
■ Figura 2.116 I filamenti intermedi ricostruiti *in vitro* ed osservati al TEM dopo colorazione negativa. (a) Filamenti formati da cheratina 5 e 14; (b) filamenti di vimentina.



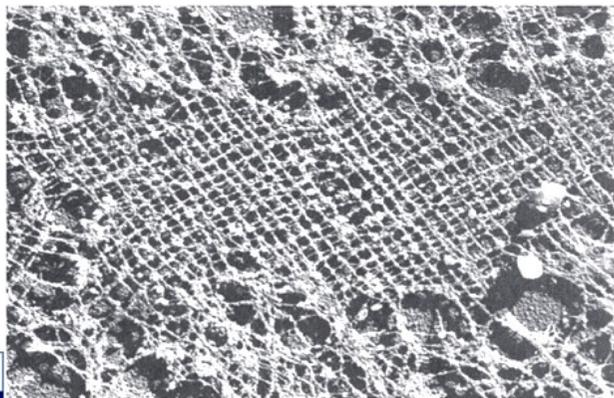
a) Dimero b) Tetramero c) Protofilamenti d) Filamento intermedio

■ Figura 2.115 Modello di struttura dei filamenti intermedi. I dimeri rappresentano i blocchi di partenza che, associandosi testa-coda, formano i protofilamenti; questi ultimi si associano lateralmente per formare il filamento intermedio dal diametro medio di 10 nm.

La lamina nucleare conferisce rigidità strutturale

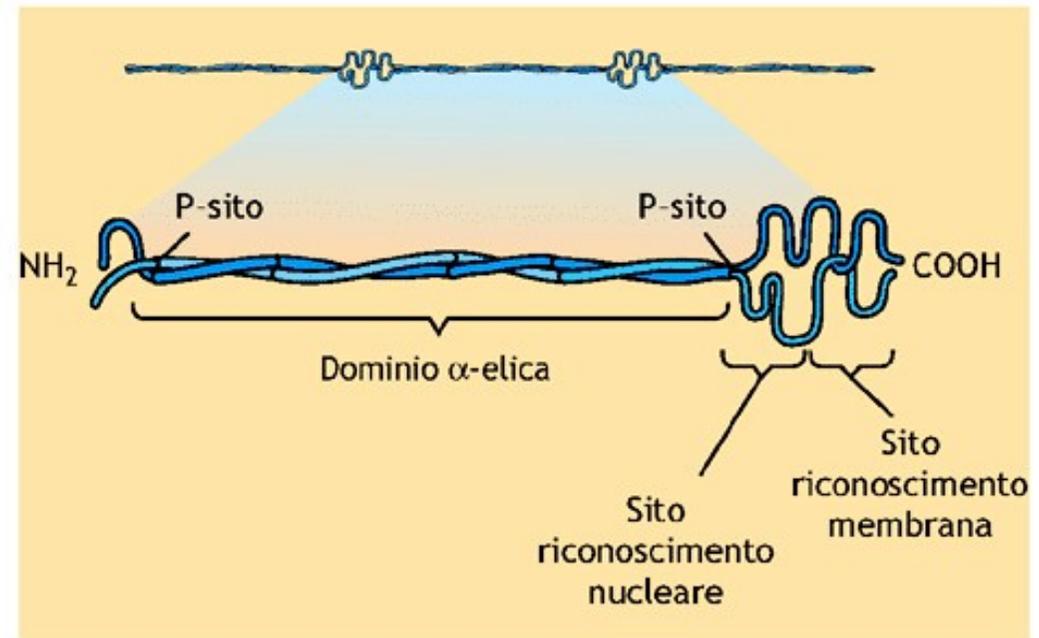


a) 2 μ m



b) 1 μ m

■ **Figura 2.53** **Lamina nucleare.** (a) Nucleo di una cellula umana in coltura trattata con un anticorpo marcato con coloranti fluorescenti che rivelano la presenza della lamina nucleare (rosso) adiacente alla membrana nucleare interna; (b) veduta superficiale della lamina nucleare in un oocita di rana in cui l'involucro nucleare è stato estratto con detergente e preparato mediante congelamento-essiccamento ed ombreggiatura con metalli



■ **Figura 2.54** **Schema generale della organizzazione molecolare delle lamine nucleari.** Le molecole formano dei dimeri che hanno un dominio centrale lineare composto da α -elica coiled-coil, fiancheggiato da due domini globulari che comprendono le estremità terminali. Qui sono presenti dei siti di fosforilazione (P-sito) che regolano l'assemblaggio e il disassemblaggio delle lamine durante la divisione cellulare.

TABELLA: Le caratteristiche delle cellule procariotiche ed eucariotiche

	<i>PROCARIOTI</i>	<i>EUCARIOTI</i>
Organismi	batteri e cianobatteri	protisti, funghi, piante, animali
Diametro cellulare	da 1 a 10 μm	da 5 a 100 μm
Metabolismo	anaerobio o aerobio	aerobio
Organelli	nessuno	nucleo, mitocondri, cloroplasti, reticolo endoplasmatico, ecc.
DNA	DNA circolare nel citoplasma	molecole molto lunghe di DNA lineare contenenti molte regioni non codificanti; circondate da un involucro nucleare
RNA e proteine	RNA e proteine sintetizzate nello stesso compartimento	RNA sintetizzato ed elaborato nel nucleo; proteine sintetizzate nel citoplasma
Citoplasma	assenza di citoscheletro; niente flussi citoplasmatici, endocitosi e esocitosi	citoscheletro composto da filamenti proteici; flussi citoplasmatici; endocitosi ed esocitosi
Divisione cellulare	cromosomi separati mediante attacco alla membrana plasmatica	cromosomi separati da un fuso di citoscheletro
Organizzazione cellulare	in genere unicellulare	in genere multicellulare, con differenziamento di molti tipi cellulari